

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



## CERTIFICATE OF TRANSLATION

I, Kiyoshi HASEGAWA, of Musashi Bldg. 4-4, Nishishinjuku 7-chome,  
Shinjuku-ku, Tokyo, Japan, verify that the attached 56 pages comprise  
a certified translation of the original Japanese language document.

Dated this 24th day of September, 2003

Kiyoshi Hasegawa  
Kiyoshi HASEGAWA



- 1 -

## LENS-INTERCHANGEABLE DIGITAL CAMERA SYSTEM

This application claims benefits of Japanese Application No. 2003-135005 filed in Japan on May 13, 2003, the contents of which are incorporated by this reference.

### BACKGROUND OF THE INVENTION

#### 1. FIELD OF THE INVENTION

The present invention relates to a lens-interchangeable digital camera system and a digital camera, interchangeable lens and camera body thereof.

#### 2. RELATED ART STATEMENT

A conventional digital camera includes an optical low-pass filter (called optical LPF hereinafter), containing crystal or the like having a double refraction characteristic, in the front of the surface of an image pickup element in order to reduce false color (such as moiré) of a high frequency component of a shot image. A single lens reflex digital camera system has been provided in which a lens (lens barrel) is interchangeable with respect to the camera body. Image pickup elements having

different numbers of pixels, that is, having different pixel pitches are built in multiple bodies of the lens-interchangeable digital camera system. Furthermore, multiple kinds of interchangeable lens can be attached to the body.

An optical LPF having thickness corresponding to the pixel pitches is provided in the front of the surface of the image pickup element having different pixel pitches as described above in the single lens reflex camera body.

The thickness of the optical LPF is set in accordance with the pixel pitch of the image pickup element as described above because a luminous flux having passed through the optical LPF is divided into non-refractive normal light and abnormal light (double refractive) and the divided luminous fluxes must be launched into adjacent pixels of the image pickup element in order to prevent the occurrence of the moiré. Therefore, the thickness of the optical LPF must be changed in accordance with the pixel pitch.

For example, Japanese Patent Application Publication No. Hei 7-123421 and No. 2000-244821 and Japanese Patent Publication No. 255285, which will be described later as Patent Document 1, Patent Document 2 and Patent Document 3, respectively, discloses propositions relating to optical path length control and/or spatial frequency characteristic



control by operating an optical LPF in a conventional digital camera.

An image pickup apparatus disclosed in Patent Document 1 has a switching circuit for switching a first image pickup mode and a second image pickup mode. In the first image pickup mode, color natural image signals are generated by using electric signals output from an image pickup element. In the second image pickup mode, high resolution image signals are generated for a single colored or monotonous image. An optical LPF is retractable in accordance with the switching, and the change in optical path length is corrected by using another optical system. With the image pickup apparatus, high resolution image signals can be generated for a monotonous image.

An image pickup apparatus disclosed in Patent Document 2 drives switching of a dummy glass for optical length correction and an optical LPF corresponding to driving modes of an image pickup element. The dummy glass for optical path length correction and the optical LPF constitute an LPF block. With the image pickup apparatus, the occurrence of pseudo signals caused by changes in spatial sampling characteristic due to special driving of the image pickup element can be effectively suppressed.

In an image pickup apparatus disclosed in Patent Document 3, when a frame reading mode is selected,

correction optical means, instead of an optical low pass filter, is inserted to an incident optical path onto an image pickup means. The correction optical means has the same optical length as that of the optical LPF. With the image pickup apparatus, aliasing does not occur even when the vertical scan frequency for sampling is changed from 525 to 262.5. Therefore, the deterioration in image quality does not occur.

Some single lens reflex digital camera system may apply LN element (LiNbO<sub>3</sub>) as an optical LPF, instead of crystal. The LN element is extremely thin and has the same double refraction characteristic as that of crystal. In order not to significantly change pixel pitches in every camera body of the digital camera system, the size of the image pickup element may be changed so as to change the number of pixels. When the LN element is applied, the optical path length of the luminous flux does not significantly change since the LN element is thin. Therefore, an interchangeable lens can be interchanged between digital camera bodies having different pixel pitches.

#### SUMMARY OF THE INVENTION

One lens-interchangeable digital camera system according to the invention comprises: a first camera body

including a first optical element having a predetermined function; an interchangeable lens compliant with the first camera body, having an optical characteristic designed for correcting aberration for the first camera body; and a second camera body to which the interchangeable lens can be attached, having the same function as that of the first optical element and including a second optical element thinner than the first optical element and a compensating optical system for correcting a difference in thickness between the first optical element and the second optical element.

One camera body according to the invention is a camera body to which an interchangeable lens optically designed for a reference body can be removably attached, the camera body including an interchangeable lens mount portion, an image pickup element, and a compensating optical system arranged between the mount portion and the image pickup element such that the optical path length between the interchangeable lens mount portion and the image pickup element can be equal to that of the reference camera body.

One interchangeable lens according to the invention is an interchangeable lens removably attached to multiple camera bodies, including a lens side mount portion for engaging with a mount portion of the camera body, and a photographic optical system for optimizing aberration on the

image pickup surface of the camera body having the thickest optical element in the multiple camera bodies.

One reference camera body according to the invention is one of multiple camera bodies to which an interchangeable lens can be attached and is a reference for the interchangeable lens. The reference camera body includes an interchangeable lens mount portion for attaching the interchangeable lens, an image pickup element, and an optical element provided between the interchangeable lens mount portion and an image pickup surface of an image pickup element. The optical element has a predetermined function. Aberration on the image pickup surface of the image pickup element is optimized by a combination of the optical element and the interchangeable lens.

The other features and benefits of the invention will be apparent from the description below.

#### BRIEF OF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

Fig. 1A shows an arrangement of a combination of a camera body and interchangeable lens, an optical member and an image pickup element in a digital camera according to a first embodiment of the invention and shows a combination of a reference camera body and an interchangeable lens;

Fig. 1B shows an arrangement of a combination of a

camera body and interchangeable lens, an optical member and an image pickup element in the digital camera in Fig. 1A and shows a combination of a non-reference camera body and an interchangeable lens;

Fig. 2 is a perspective diagram (including a partial cut-out) showing an internal construction of a camera body having an interchangeable lens barrel in the digital camera according to this embodiment shown in Figs. 1A and 1B;

Fig. 3 is a perspective diagram (including a partial cut-out) showing an internal construction relating to an image pickup unit of the digital camera according to this embodiment shown in Figs. 1A and 1B;

Fig. 4 is a schematic diagram showing details of an optical system of an image pickup unit to be applied to a first camera body of the digital camera in Figs. 1A and 1B;

Fig. 5 is an enlarged vertical sectional diagram of the image pickup unit to be applied to the first camera body of the digital camera in Figs. 1A and 1B;

Fig. 6 is an enlarged vertical sectional diagram of an image pickup unit to be applied to a second camera body of the digital camera in Figs. 1A and 1B;

Fig. 7 is an enlarged sectional diagram of an image pickup unit to be applied to a first camera body in a digital camera system according to a second embodiment of the invention;

Fig. 8 is an enlarged vertical sectional diagram of an image pickup unit to be applied to a second camera body in the digital camera system according to the second embodiment in Fig. 7;

Fig. 9 is a graph showing a relationship between pixel pitches of an image pickup element or numbers of pixels of an image pickup element to be applied to a digital camera and thicknesses of an optical LPF (for crystal and an LN element) applied thereto; and

Fig. 10 is an optical path diagram showing a state of the change in an image-forming position depending on the presence or absence of an optical filter in the front of the surface of an image pickup element in a conventional image pickup optical system.

#### DETAIL DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

Embodiments of the present invention will be described below with reference to drawings.

Prior to the description of the embodiments of the invention, optical influences of the thickness of an optical LPF in the front of the surface of an image pickup element will be described. For example, when optical LPFs having different thicknesses are provided in the front of the surface of an image pickup element, the image-forming

position changes. Fig. 10 is an optical path diagram showing a state where an image-forming position changes based on the presence or absence of an optical LPF in the front of the surface of an image pickup element.

When an optical LPF 102 is not provided in front of an image pickup surface 103 of an image pickup element as shown in Fig. 10, the center luminous flux having passed through a lens 101 forms an image at a point P1 on the image pickup surface 103.

A peripheral luminous flux having passed through the lens 101 forms an image at a point P2 on the image pickup surface 103. However, when the optical LPF 102 is provided in front of the image pickup surface 103 of the image pickup element, the center luminous flux having passed through the lens 101 forms an image at a point P1' behind the image pickup surface 103. The peripheral luminous flux having passed through the lens 101 form an image at a point P2' behind the image pickup surface 103. When the optical filter 103 is thicker, the luminous flux forms an image in a more rear direction. In other words, the effective optical path length of a luminous flux to the image-forming position depends on the thickness of the optical LPF.

On the other hand, the optical length generally differs between a luminous flux incident on the center of the photographic screen and a luminous flux incident on the

periphery of the photographic screen in a photographic optical system of a digital camera, generating a field curvature aberration as a result. The difference in optical path length of the center and periphery of the photographic screen can be corrected by providing the photographic optical system with an optical characteristic for canceling the curvature of field to correct the curvature of field as a result.

However, when the principle of the aberration correction is applied to a lens-interchangeable, single-lens reflex digital camera, problems as follows may occur. That is to say, in a single-lens reflex digital camera system including a first camera body having a first optical LPF and an interchangeable lens designed for the first camera body, when the interchangeable lens is attached to a second camera body having a second optical LPF, and when the thicknesses of the first and second optical LPFs differ, a problem that the curvature-of-field aberration cannot be corrected properly occurs. This problem occurs when the first and second camera bodies include image pickup elements having different pixel pitches, the thicknesses of the optical LPFs are set so as to be compliant with the pixel pitches, respectively, as described above.

Next, prior to the detail description of the digital camera system according to the first embodiment of the



invention, the outline will be described with reference to Figs. 1A and 1B. Figs. 1A and 1B are diagrams each showing an arrangement of a combination of a camera body and interchangeable lens, a filter optical member and an image pickup element in a digital camera system according to a first embodiment of the invention. Fig. 1A shows a combination of a reference camera body and an interchangeable lens. Fig. 1B shows a combination of a non-reference camera body and an interchangeable lens.

A digital camera system according to this embodiment has a digital camera 1 and a digital camera 2 shown in Figs. 1A and 1B.

The digital camera 1 includes a first camera body 11A and an interchangeable lens barrel 12. The first camera body 11A is a reference camera body. The interchangeable lens barrel 12 is a removable interchangeable lens.

The digital camera 2 includes a second camera body 11B and the interchangeable lens barrel 12. The second camera body 11B is a non-reference camera body. The interchangeable lens barrel 12 serves as a removable interchangeable lens having the same specification as the one attached to the first camera body 11A.

The first camera body 11A contains an image pickup element 5A and an optical LPF 8A and has a camera side mount portion 3. The image pickup element 5A is a first image

pickup element constituted by a CCD (or a CMOS type image pickup element) and the like having a protection glass 6. The optical LPF 8A is a first optical low-pass filter, which is an optical element arranged in the front of the surface of the image pickup element. The camera side mount portion 3 has a camera-side mount surface 3a abutable to a lens side mount surface 4a. In other words, when both of them are fixed by engaging the lens side mount portion 4 and the camera side mount portion 3, the position in an optical axis direction is fixed when the lens side mount surface 4a and the camera side mount surface 3a abut to each other.

For example, the image pickup element 5A is a 4/3 type image pickup element and has a predetermined reference pixel pitch  $\delta 0$  (corresponding to a reference number of pixels  $S0$ ) (see Fig. 9 described later). The predetermined reference pixel pitch  $\delta 0$  is a first pixel pitch. A subject image formed on an optoelectronic converting surface 5Aa, which is an image-forming surface of the image pickup element, is converted to electric image pickup signals.

In order to prevent the occurrence of moiré, the optical LPF 8A contains crystal having a double refraction characteristic in thickness corresponding to the reference pixel pitch  $\delta 0$  of the image pickup element 5A and includes an infrared absorbing glass. Furthermore, the optical LPF 8A has a predetermined refractive index, which is

substantially the same as that of glass.

The optical LPF 8A is arranged between the camera side mount portion 3 and the image pickup element 5A and the thickness of the optical LPF 8A is thickest among that of the optical LPF 8A, that of an optical LPF 8B of the second camera body, which will be described later, and that of an optical LPF applied in another non-reference camera body to which the same interchangeable lens barrel 12 can be removably attached.

The interchangeable lens barrel 12 has a lens side mount portion 4 including a lens side mount surface 4a abutable to a first camera body side or a second camera body side mount surface 3a. The interchangeable lens barrel 12 contains a photographic optical system 12a including multiple photographic lenses. The interchangeable lens barrel 12 has an identical specification and can be removably attached to both of the first camera body 11A and the second camera body 11B. For example, the interchangeable lens barrel 12 may be one of multiple interchangeable lenses such as an interchangeable lens having different focal distances, a zoom lens and a macro lens.

When the interchangeable lens barrel 12 is attached to the reference camera body 11A, a subject luminous flux from the photographic optical system 12a pass through the optical

LPF 8A and form an image on the image pickup surface 5Aa of the image pickup element 5A. In this case, the photographic optical system 12a is designed and produced so as to form an image on the image pickup surface 5Aa without the curvature-of-field aberration, with the optical path length being changed (effective change in optical path length) in accordance with the refractive index and thickness of the optical LPF 8A. In other words, both of the image-formed point P1' by the center luminous flux and the image-formed point P2' by a peripheral luminous flux shown in Fig. 10 do not have the curvature-of-field aberration on the image pickup surface 5Aa of the image pickup element 5A.

The second camera body 11B contains an image pickup element 5B, an optical LPF 8B and a compensating optical element 9, and has the camera side mount portion 3. The image pickup element 5B is a second image pickup element constituted by a CCD (MOS type image pickup element) having a protection glass 6 and the like. The optical LPF 8B is a second optical low-pass filter arranged in the front of the surface of the image pickup element. The compensating optical element 9 is a compensating optical system. The camera side mount portion 3 is common to the first camera body 11A and has a camera side mount surface 3a, which can be engaged with the lens side mount surface 4a.

The image pickup element 5B is a 4/3 type image pickup

element similar to the reference image pickup element 5A but has a pixel pitch  $\delta_1$ , which is a second pixel pitch and is different from the reference pixel pitch  $\delta_0$ . A subject image formed on a photoelectric conversion surface 5Ba is converted to electric image pickup signals as well. The photoelectric conversion surface 5Ba is an image-forming surface of the image pickup element 5B.

The optical LPF 8B is a filter thinner than the optical LPF 8A and contains crystal or an LN element having a double refraction characteristic and having a thickness corresponding to the pixel pitch  $\delta_1$  of the image pickup element 5B and further contains infrared absorbing glass. The optical LPF 8B has substantially the same predetermined refractive index as of glass. The optical LPF 8B is also disposed between the lens mount portion 3 and the image pickup element 5B.

The compensating optical element 9 is an optical member constituted by glass, which does not have a double refractive characteristic but has substantially the same refractive index as of the optical LPF 8A. The compensating optical element 9 is attached and built in the second optical LPF 8B so that the image-forming position of a subject luminous flux by the interchangeable lens barrel 12 does not displace from the photoelectric conversion surface 5Ba of the image pickup element 5B. Furthermore, the

aberration including the curvature-of-field aberration does not occur. In other words, the compensating optical element 9 compensates changes in optical path length due to the optical LPF 8B which becomes thinner in the first camera body 11A. The compensating optical element 9 is set such that the sum of the thickness of the compensating optical element 9 and optical LPF 8B is substantially the same as the thickness of the optical LPF 8A.

In the digital camera system according to this embodiment having the above-described construction, the interchangeable lens barrel 12 can be attached to the reference first camera body 11A. The first camera body 11A contains the image pickup element 5A having the predetermined reference pixel pitch  $\delta 0$ . A subject luminous flux from an interchangeable lens are double-reflected by the optical LPF 8A and form an image properly on the image converting surface 5Aa of the image pickup element 5A without a curvature-of-field aberration.

The interchangeable lens barrel 12 can be attached to the non-reference second camera body 11B. The second camera body 11B contains the image pickup element 5B having a pixel pitch  $\delta 1$ . A subject luminous flux from an interchangeable lens passes through the compensating optical element 9, is double reflected by the optical LPF 8B, and forms an image on the image pickup conversion surface 5Ba of the image

pickup element 5B. The amount of the change in effective optical path length due to the thin optical LPF 8B is compensated by inserting the compensating optical element 9. The subject luminous flux forms an image properly without the curvature-of-field aberration similarly on the image pickup conversion surface 5Ba of the image pickup element 5B.

Next, internal constructions of the digital cameras 1 and 2 in the digital camera system according to this embodiment will be described with reference to Figs. 2 and 3.

Fig. 2 is a perspective diagram (including a partial cut-out) showing an internal construction of the digital camera in which an interchangeable lens barrel is attached to the camera body. Fig. 3 is a perspective diagram (including a partial cut-out surface) showing an internal construction relating to an image pickup unit of the digital camera.

Each of the digital cameras 1 and 2 has an interchangeable lens barrel 12 having a common specification, and a first camera body 11A or a second camera body 11B. The first camera body 11A is a reference camera body to which the interchangeable lens barrel 12 can be removably attached. The second camera body 11B is a non-reference camera body. The mount surface 4a of the interchangeable lens side mount portion 4 and the mount surface 3a of the camera body side mount portion 3 are abutted to each other

such that the interchangeable lens barrel 12 is mounted.

The first camera body 11A and the second camera body 12A have a common construction except for the image pickup element of the image pickup unit and the optical LPF, which are to be contained.

The interchangeable lens barrel 12 holds the photographic optical system 12a inside. The photographic optical system 12a includes multiple lenses and a driving mechanism for the multiple lenses. The photographic optical system 12a comprises multiple optical lenses, for example, such that a luminous flux from a subject can pass through the multiple optical lenses and forms an image on a predetermined position (on the photoelectric conversion surface of the image pickup element 5A or 5B in Fig. 3) without different kinds of optical aberration such as the curvature-of-field aberration. In other words, the photographic optical system 12a is designed to eliminate the curvature-of-field aberration in an optical LPF in the front of the surface of an image pickup element.

The "state without aberration" includes a state of a certain level of aberration or below, which does not influence on practical uses. In other words, the photographic optical system 12a is designed such that various kinds of aberration can be optimized in consideration of, for example, an optical LPF in the front



of the surface of the image pickup element.

Each of the camera bodies 11A and 11B is a so-called "single-lens reflex type" camera body and includes various components within a body portion 11a. Each of the camera bodies 11A and 11B further includes a body side mount portion 3 on the front surface such that the lens barrel 12 holding the photographic optical system 12a can be removably attached thereto. In other words, the camera body portion 11a has an exposure opening at the substantially center on the front surface side of the camera body portion 11a. The exposure opening has a predetermined bore for guiding subject luminous fluxes into the camera body portion 11a.

Detail internal constructions of the camera bodies 11A and 11B of the first and second digital cameras will be described below. First of all, various operation members, such as a release button 17, for operating the camera body portion 11a is provided at a predetermined position on the top surface or back surface of the camera body portion 11a. The release button 17 is used for generating instruction signals to start a photographic operation.

The camera body portion 11a includes and arranges various components at predetermined positions, as shown in Fig. 2, comprising a finder device 13, a shutter portion 14, an image pickup unit 15A (for the first camera body) or 15B (for the second camera body), multiple circuit substrates

including main circuit substrate 16A (for the first camera body) or 16B (for the second camera body) and the like. The finder device 13 is provided for forming a desired subject image by the photographic optical system 12a, for example, on a predetermined position different from the photoelectric conversion surface of the image pickup elements 5A and 5B. The finder device 13 constitutes a so-called "observation optical system". The shutter portion 14 includes a shutter mechanism, for controlling the time for irradiating a subject luminous flux to the photoelectric conversion surface of the image pickup element 5A or 5B. The image pickup unit 15A or 15B includes an image pickup element for obtaining subject image signals based on the subject luminous flux having passed through the photographic optical system 12a. Various electric members of electric circuits are implemented on the main circuit substrate 16A or 16B. The electric circuits includes an image signal processing circuit for performing various kinds of signal processing on image signals obtained by the image pickup element 5A or 5B.

A dust-preventive filter 21 is provided in the front of the surface of each of the image pickup units 15A and 15B. The dust-preventive filter 21 prevents the deposition of dust to the photoelectric conversion surface of an image pickup element.

The finder device 13 includes a reflector 13b, a

pentaprism 13a and an eyepiece 13c. The reflector 13b is arranged to bend an optical axis of a subject luminous flux having passed through the photographic optical system 12a and to guide the subject luminous flux to the observation optical system side. The pentaprism 13a receives a luminous flux emitted from the reflector 13b and forms an erect image thereof. The eyepiece 13c is used for enlarging and observing a subject image.

The reflector 13b is freely movably arranged between a position evacuated from the optical axis of the photographic optical system 12a and a predetermined position on the optical axis. The reflector 13b is normally disposed at a predetermined angle, such as  $45^\circ$ , on the optical axis of the photographic optical system 12a with respect to the optical axis. Thus, when the camera 1 is at the normal state, a subject luminous flux having passed through the photographic optical system 12a are bent by the reflector 13b and are reflected toward the pentaprism 13a above the reflector 13b.

On the other hand, while the camera 1 is performing a photographic operation and during the real exposure operation, the reflector 13b can move to a predetermined position where the reflector 13b evacuates from the optical path of the photographic optical system 12a. Thus, the subject luminous flux is guided to the image pickup element side and illuminates the photoelectric conversion surface.

The shutter portion 14 is similar to those generally used in a conventional camera or the like, such as a focal plane type shutter mechanism and a driving circuit for controlling operations of the shutter mechanism.

The image pickup units 15A and 15B for the first and second camera bodies, respectively, have substantially the same construction except for the contained image pickup elements and optical LPFs. First of all, the image pickup unit 15A for the first camera body will be described.

The image pickup unit 15A includes the image pickup element 5A, an image pickup element fixing plate 28, the optical LPF 8A, a low-pass filter receiving member 26, an image pickup element storage case member 24 (called CCD case 24 hereinafter), a dust-preventive filter receiving member 23, a dust-preventive filter 21, a piezoelectric element 22 and a press member 20. The image pickup element 5A is constituted by a CCD and the like for obtaining image signals corresponding to the light irradiated onto the photoelectric conversion surface of the image pickup element 5A through the photographic optical system 12a. The image pickup element fixing plate 28 is constituted by a thin-plate like member for fixing and supporting the image pickup element 5A. The optical LPF 8A is an optical element in the front of the photoelectric conversion surface of the image pickup element 5A, for removing high frequency components

from a subject luminous flux irradiated through the photographic optical system 12a. The low-pass filter receiving member 26 is constituted by an elastic member substantially in a frame shape and is provided on the periphery between the optical LPF 8A and the image pickup element 5A. The CCD case 24 stores, fixes and holds the image pickup element 5A and supports the optical LPF 8A by closely abutting to the periphery and the vicinity. A predetermined position of the CCD case 24 is closely in contact with the dust-preventive filter receiving member 23. The dust-preventive filter receiving member 23 is provided in the front of the surface side of the CCD case 24 and is closely in contact with the periphery or the vicinity. The dust-preventive filter 21 is a dust-preventive member supported by the dust-preventive filter receiving member 23 and faces toward the optical LPF 8A at a position spaced apart from the optical LPF 8A by a predetermined distance in the front of the surface side of the optical LPF 8A in the front of the photoelectric conversion surface side of the image pickup element 5A. The piezoelectric element 22 is provided on the periphery of the dust-preventive filter 21 and removes dust by giving a predetermined amount of vibration to the dust-preventive filter 21. The press member 20 is constituted by an elastic body for connecting, fixing and holding the dust-preventive filter 21 to the

dust-preventive filter receiving member 23 in an air-tight manner.

The image pickup element 5A performs photoelectric conversion processing on subject luminous fluxes received by the photoelectric conversion surface 5Aa (Fig. 1A) of the image pickup element 5A through the photographic optical system 12a. Thus, the image pickup element 5A can obtain image signals corresponding to the subject image on the photoelectric conversion surface. The image pickup element 5A may be a 4/3 type charge-coupled device. In this case, the reference pixel pitch  $\delta_0$ , which is a first pixel pitch, is substantially 7  $\mu\text{m}$ , for example.

The image pickup element 5A is implemented at a predetermined position on the main circuit substrate 16A through the image pickup element fixing plate 28. An image signal processing circuit and work memory, not shown, are implemented together on the main circuit substrate 16. Thus, output signals from the image pickup element 5A, that is, image signals obtained through photoelectric conversion processing are transmitted to the image signal processing circuit.

The protection glass 6 (Fig. 3) is attached in front of the photoelectric conversion surface of the image pickup element 5A.

The signal processing performed in the image signal

processing circuit includes various kinds of signal processing such as processing for converting image signals obtained from the image pickup element 5A to signals suitable for recording. In this case, the image signals correspond to the image formed on the photoelectric conversion surface of the image pickup element 5A by the photographic optical system 12a held within the lens barrel 12 attached to the body side mount portion 3. These kinds of signal processing are the same as processing normally performed in a general digital camera for handling electronic image signals.

The optical LPF 8A is provided in the front of the surface side of the image pickup element 5A via the low-pass filter receiving member 26. The optical LPF 8A contains crystal, which is an optical element having a double refraction characteristic. As described later, the optical LPF 8A has a thickness  $t_1$  corresponding to a pixel pitch (about 7  $\mu\text{m}$ ) of the image pickup element 5A. The optical LPF 8A further contains an infrared absorbing glass, as described later.

The CCD case 24 is arranged in such a way to cover the optical LPF 8A. The CCD case 24 has a rectangular opening substantially at the center. The optical LPF 8A and image pickup element 5A are provided in the opening from the back. A step 24a having a substantially L-shaped section is

provided on the internal periphery on the back side of the opening.

As described above, the low-pass filter receiving member 26 constituted by an elastic member is provided between the optical LPF 8A and the image pickup element 5A. The low-pass filter receiving member 26 is provided at a position avoiding an effective range of the photoelectric conversion surface on the periphery of the front surface side of the image pickup element 5A. Furthermore, the low-pass filter receiving member 26 is abutted to the vicinity of the periphery of the back side of the optical LPF 8A. The optical LPF 8A and the image pickup element 5A are in contact with each other substantially in an air-tight manner. Thus, elastic force toward the optical axis by the low-pass filter receiving member 26 acts on the optical LPF 8A.

Then, the periphery of the front surface side of the optical LPF 8A is disposed so as to be in contact with the step 24a of the CCD case 24 substantially in an air-tight manner. Thus, the position in the optical axis direction of the optical LPF 8A is controlled against the elastic force by the low-pass filter receiving member 26 for attempting to move the optical LPF 8A toward the optical axis.

In other words, the optical LPF 8A laid within the opening of the CCD case 24 from the back surface side is positionally controlled by the step 24a in the optical axis



direction. Thus, the optical LPF 8A is prevented from coming out from the inside of the CCD case 24 toward the front surface side.

In this way, after the optical LPF 8A is inserted from the back surface side into the opening of the CCD case 24, the image pickup element 5A is disposed on the back surface side of the optical LPF 8A. In this case, the low-pass filter receiving member 26 is held at the periphery between the optical LPF 8A and the image pickup element 5A.

As described above, the image pickup element 5A is implemented on the main circuit substrate 16 via the image pickup element fixing plate 28. The image pickup element fixing plate 28 is fixed via a spacer 28a with a screw 28b into a screw hole 24e from the back surface side of the CCD case 24. The main circuit substrate 16 is fixed to the image pickup element fixing plate 28 with a screw 16d via a spacer 16c.

The dust-preventive filter receiving member 23 is fixed to the screw hole 24b of the CCD case 24 on the front surface side of the CCD case 24 with a screw 23b. A peripheral slot 24d in a substantially ring shape is provided at a predetermined position on the front surface side on the periphery side of the CCD case 24. On the other hand, a ring-shape projection 23d to fit to the peripheral slot 24d of the CCD case 24 is provided in a substantially-

ring form at a predetermined position on the back surface side of the periphery side of the dust-preventive filter receiving member 23. Therefore, when the ring-shape projection 23d fits into the peripheral slot 24d, the CCD case 24 and the dust-preventive filter receiving member 23 fit into each other substantially in an air-tight manner in a ring-shaped area, that is, in an area having the peripheral slot 24d and the ring-shaped projection 23d.

The dust-preventive filter 21 contains glass and has a circular or polygonal plate as a whole. An area extending, with some extent, at least from the center of the dust-preventive filter 21 to the edge is transparent. The transparent area faces toward the front surface side of the optical LPF 8A through a predetermined space.

The piezoelectric element 22 is bonded on the periphery of one surface of the dust-preventive filter 21 with adhesive means, for example, such that the piezoelectric element 22 is integrated to the periphery. The piezoelectric element 22 is a predetermined vibrating member for giving vibrations to the dust-preventive filter 21 and includes an electromechanical conversion element and the like. The piezoelectric element 22 can cause a predetermined amount of vibration in the dust-preventive filter 21 by externally applying a predetermined amount of driving voltage.

The dust-preventive filter 21 is fixed and is held by the press member 20 such that the dust-preventive filter 21 can be engaged with the dust-preventive filter receiving member 23 in an air-tight manner. The press member 20 is constituted by an elastic body such as a flat spring.

The dust-preventive filter receiving member 23 has a circular or polygonal opening in the vicinity of the substantially center of the dust-preventive filter receiving member 23. The opening is designed to be large enough for subject luminous fluxes through the photographic optical system 12a to illuminate the photoelectric conversion surface of the image pickup element 5A at the back.

A wall 23e in a substantially ring shape extends forward from the periphery of the opening. A receiver 23c extends toward the front surface from the distal end of the wall 23e.

On the other hand, multiple (three, in this embodiment) projecting portions 23a extend forward from predetermined positions on the external periphery of the front surface side of the dust-preventive filter receiving member 23. Each of the projecting portions 23a can fix the press member 20 for fixing and holding the dust-preventive filter 21. The press member 20 is fixed to the end of the projecting portion 23a with fastening means such as a screw 20a.

The press member 20 includes an elastic body such as a

flat spring, as described above. The proximal end of the press member 20 is fixed to the projecting portion 23a, and the free end is abutted to the external periphery of the dust-preventive filter 21. Thus, the dust-preventive filter 21 is pressed toward the dust-preventive filter receiving member 23 side, that is, toward the optical axis.

In this case, a predetermined position of the piezoelectric element 22 on the external periphery of the back surface side of the dust-preventive filter 21 is abutted to the receiver 23c. Thus, the positions of the dust-preventive filter 21 and piezoelectric element 22 in the optical axis direction can be controlled. Then, the dust-preventive filter 21 is fixed and is held so as to engage with the dust-preventive filter receiving member 23 in an air tight manner via the piezoelectric element 22.

In other words, the dust-preventive filter receiving member 23 is forced by the press member 20 to engage with the dust-preventive filter 21 through the piezoelectric element 22 in an air-tight manner.

By the way, as described above, the peripheral slot 24d and ring-shaped projection 23d of the dust-preventive filter receiving member 23 and the CCD case 24 fit into each other substantially in an air-tight manner. At the same time, the dust-preventive filter receiving member 23 and the dust-preventive filter 21 are forced by the press member 20 to

engage with each other in an air-tight manner via the piezoelectric element 22. The optical LPF 8A in the CCD case 24 is provided substantially in an air-tight manner between the periphery of the front surface side of the optical LPF 8A and the step 24a of the CCD case 24. Furthermore, the image pickup element 5A is provided on the back surface side of the optical LPF 8A via the low pass filter receiving member 26. The substantial air-tightness is also held between the optical LPF 8A and the image pickup element 5A.

Therefore, a predetermined gap 51a is provided in a space between the optical LPF 8A and the dust-preventive filter 21. The periphery side of the optical LPF 8A, that is, the CCD case 24, the dust-preventive filter receiving member 23 and the dust-preventive filter 21 form a space 51b. The space 51b is a sealed space extending toward the outside of the optical LPF 8A.

The space 51b is set to be larger than the gap 51a. A sealed space 51 includes the gap 51a and the space 51b. The space 51 is formed by the CCD case 24, the dust-preventive filter receiving member 23, the dust-preventive filter 21 and the optical LPF 8A substantially in an air-tight manner, as described above.

Fig. 4 is a schematic diagram showing details of an optical system of the image pickup unit 15A in the first

camera body 11A. Fig. 5 is an enlarged vertical sectional diagram of the image pickup unit 15A.

As shown in Fig. 4, the protection glass 6 is provided in the front of the surface of the image pickup element 5A. Furthermore, the optical LPF 8A and the dust-preventive filter 21 are disposed in front of the image pickup element 5A.

In the optical LPF 8A, a crystal plate 8a on the front side, an infrared absorbing glass 8b, a crystal plate 8c and a crystal plate 8d are superimposed. The double refraction direction of the crystal plate 8a is  $-45^\circ$ . The double refraction direction of the crystal plate 8c is  $+45^\circ$ . The double refraction direction of the crystal plate 8d is  $0^\circ$ .

Each of the crystal plates 8a and 8c has a thickness corresponding to the pixel pitch (about  $7\text{ }\mu\text{m}$ ) of the image pickup element 5A shown in Fig. 9, which will be described later. On the other hand, the crystal plate 8d has a thickness of the square route of the thickness of the crystal plates 8a and 8b. The optical LPF 8A having the above-described construction can prevent the moiré occurring when a subject luminous flux via the interchangeable lens barrel 12 forms an image on the photoelectric conversion surface 5Aa of the image pickup element 5A.

The crystal plates 8a, 8c, and 8d and the infrared absorbing glass 8b have reflective indexes close to that of

glass and have a thickness  $ts_0$ . The photoelectric conversion surface 5Aa of the image pickup element 5A is positioned at the image forming position of a subject luminous flux based on the effective light path length in accordance with the reflective index and the thickness  $ts_0$ . Therefore, a subject luminous flux captured by the lens barrel 12 can form an image properly on the photoelectric conversion surface 5Aa of the image pickup element 5A without the curvature-of-field aberration. More strictly speaking, the thickness of the protection glass 6 and dust-preventive filter 21 also contributes to the change in effective optical path length. However, the protective glass 6 and the dust-preventive filter 21 have the same thickness in the first camera body and the second camera body. Therefore, the effective optical path length in accordance with the protective glass 6 and dust-preventive filter 21 do not differ between the first camera body and the second camera body.

On the other hand, when the protection glass 6 and the dust-preventive filter 21 have different thicknesses and/or materials between the first camera body and the second camera body, the curvature-of-field aberration is corrected by changing the thickness or the material of the compensating optical element in accordance with the change in the effective optical path length based on the

differences.

Fig. 9 is a graph showing a relationship between pixel pitches of an image pickup element (a number of pixels of the image pickup element) and thickness of the corresponding optical LPF (in cases of a crystal plate and an LN element). As shown in Fig. 9, as the pixel pitch  $P$  decreases, the thickness of the corresponding optical LPF decreases. The thickness of the LN element in accordance with the same pixel pitch  $P$  is about  $1/5$  to  $1/6$  of that of the crystal plate.

On the other hand, the second camera body 11B has the image pickup element 5B of the image pickup unit 15B, the optical LPF 8B and the compensating optical element 9, which is a compensating optical system, instead of the image pickup element 5A and the optical LPF 8A in the first camera body 11A, as described above. The rest of the construction is the same. Fig. 6 is an enlarged vertical sectional diagram of the image pickup unit 15B in the second camera body 11B.

The size of the image pickup element 5B is  $4/3$  type, which is the same as that of the image pickup element 5A, and has a pixel pitch  $\delta 1$ , which is a second pixel pitch different from the reference pixel pitch  $\delta 0$  (about  $7 \mu\text{m}$ ). The photoelectric conversion surface 5Ba (Fig. 1B) of the image pickup element 5B is apart from the mount surface 3a



by the same distance relatively between the mount surface 3a and the photoelectric conversion surface 5Aa (Fig. 1A) of the image pickup element 5A.

The optical LPF 8B has a thickness  $ts1$  for a double-reflecting subject luminous flux in accordance with the pixel pitch  $\delta1$  of the image pickup element 5B (Fig. 6). The optical LPF 8B may be crystal or an LN element.

The compensating optical element 9 has a thickness  $til$  for compensating an amount of change in effective optical path length due to the change of the optical LPF 8B into the thickness  $ts1$  thinner than the thickness  $ts0$  (Fig. 6). In other words, the compensating optical element 9 is an optical element, such as a glass plate having a reflective index substantially equal to that of crystal and not having a double refraction characteristic. The sum of the thickness  $ts1$  of the optical LPF 8B and the thickness  $til$  of the compensating optical element 9 is set equal to the thickness  $ts0$  of the optical LPF 8A. The compensating optical element 9 is fixed to the optical LPF 8B with an optical adhesive.

Also in the image pickup unit 15B, a subject luminous flux captured through the interchangeable lens barrel 12 can form an image properly on the photoelectric conversion surface 5Ba of the image pickup element 5B without the curvature-of-field aberration and without the displacement

of the image-forming position.

When the pixel pitch  $\delta 1$  of the image pickup element 5B of the second camera body 11B is smaller than the reference image pitch  $\delta 0$ , which is  $7\text{ }\mu\text{m}$ , that is, when the number of pixels of the image pickup element 5B is higher than the number of pixels of the image pickup element 5A, the thickness  $ts1$  of the optical LPF 8B, which is a crystal plate, of the second camera body 11B is thinner than the thickness  $ts0$  of the optical LPF 8A (Fig. 9). Here, the compensating optical element 9 is a glass plate having a thickness  $tl1$  in accordance with the decreased amount of thickness for compensating the amount of change in effective optical path length due to the decrease in thickness of the optical LPF 8B. The compensating optical element 9 may be provided separately from the optical LPF 8B as shown in Fig. 6. However, for example, the same effect can be obtained by increasing the thickness of the infrared absorbing glass 8b, the protection glass 6 or the dust-preventive filter 21 by the amount of the thickness  $tl1$ .

On the other hand, when the pixel pitch  $\delta 1$  of the image pickup element 5B of the second camera body 11B is larger than the reference image pitch  $\delta 0$ ,  $7\text{ }\mu\text{m}$ , that is, when the number of pixels of the image pickup element 5B is lower than the number of pixels of the image pickup element 5A, an LN element is applied as the optical LPF 8B so as not to

further increase the thickness of the optical LPF. The thickness  $ts_1$  of the LN element extremely decreases as shown in Fig. 9 due to the double refraction characteristic in accordance with the increase in the pixel pitch. However, the thickness is 0.1 mm or larger and can be produced. Then, the compensating optical element 9 having the thickness  $tl_1$  equal to the amount of the decrease in thickness of the optical LPF 8B having an LN element is bonded to the optical LPF 8B (but, strictly speaking, the thickness  $tl_1$  of the compensating optical element 9 must be determined in consideration of the difference in reflective index between the LN element and the crystal). This allows a subject to form an image properly on the photoelectric conversion surface 5Ba (Fig. 1B) of the image pickup element 5B at the same position as that of the image pickup element 5A. The thickness of the optical LPF 8A of the first camera body 11A is the thickest in those of the optical LPFs in the other non-reference camera body such as the second camera body 11B.

As described above, when interchangeable lens barrels 12 are attached to the first camera body 11A and the second camera body 11B in a digital camera system according to this embodiment, the optical LPF 8A or 8B having different thickness (where the optical LPF 8B is thinner) is applied so as to double-refract a subject luminous flux in accordance with the pixel pitches. In this case, the first

camera body 11A is a reference camera body containing the reference image pickup element 5A. The second camera body 11B contains the image pickup element 5B having a pixel pitch different from that of the first camera body 11A. In order to compensate the displacement of an image-forming position due to the decrease in thickness, the compensating optical element 9 is provided in the second camera body side. The provided compensating optical element 9 can allow the subject luminous flux properly to form an image on the photoelectric conversion surface of the image pickup element 5B with the curvature-of-field aberration.

The compensating optical element 9 of the second camera body 11B side has the amount of thickness equal to the decreased amount of thickness of the optical LPF 8B. Thus, the image pickup unit 15A of the first camera body 11A and the image pickup unit 15B of the second camera body 11B can take up the same spaces in the respective camera bodies. Therefore, the commonality of the constructions of the first and second camera bodies can be achieved easily.

The reference pixel pitch  $\delta 0$  is 7  $\mu\text{m}$  in this embodiment. A method for setting the reference pixel pitch will be described below.

As described above, the thickness of an optical low pass filter is determined based on the pixel pitch of an image pickup element. However, even with the same pixel

pitch, the thickness of the optical low pass filter depends on the material. As shown in Fig. 10, the thickness significantly differs between the low pass filter containing crystal as a first material and the low pass filter applying an LN element as a second material. The number of pixels shown in Fig. 10 is for a 3/4 type image pickup element.

On the other hand, a thin optical low pass filter is preferably used for reducing the size of a camera. However, a much thinner optical low pass filter may be difficult to produce and may be easily destroyed, which is not preferable. An optical low pass filter containing an LN element for the image pickup element having the pixel pitch  $\delta$  lower than  $6.31 \mu\text{m}$  is difficult to produce.

Therefore, a pixel pitch larger than the pixel pitch corresponding to the lowest thickness, which can be produced with the second material, an LN element, is set as the reference pixel pitch. Then, by forming the optical low-pass filter in accordance with the reference pixel pitch by using the first material, crystal, the optical low pass filter can have the lowest thickness even for the camera bodies having different pixel pitches.

Next, a digital camera system according to a second embodiment of the invention will be described with reference to Figs. 7 and 8.

Fig. 7 is an enlarged vertical sectional diagram of an

image pickup unit 15C in a first camera body in a digital camera system according to this embodiment. Fig. 8 is an enlarged vertical sectional diagram of an image pickup unit 15D in a second camera body in the digital camera system.

Like the first embodiment, the digital camera system according to this embodiment also includes: digital cameras. One digital camera which comprises an interchangeable lens barrel 12 in Fig. 2 having multiple interchangeable lenses and a first camera body 11C, which is a reference camera body; another digital camera which comprises an interchangeable lens barrel 12 and a second camera body 11D, which is a non-reference camera body, and an interchangeable lens barrels 12 having the same specification to be removably attached to the first camera body 11C and the second camera body 11D, respectively.

The first camera body 11C has the same construction as that of the first camera body 11A except for the contained optical LPF 8A of the image pickup unit 15A. The second camera body 11D has the same construction as that of the second camera body 11B except for the optical LPF 8B and the compensating optical element 9 in the image pickup unit contained in the second camera body 11B. Therefore, the same reference numerals are given to the same components, and only the different parts will be described below.

An image pickup unit 15C of the first camera body 11C

contains an image pickup element 5A having a reference pixel pitch  $\delta 0$  (about 7  $\mu\text{m}$ ). An optical LPF 8C and an infrared cut filter (infrared absorbing glass) 8D are provided on the front surface side.

The optical LPF 8C is constituted by a crystal plate having the same double refraction characteristic as that of the optical LPF 8A. The thickness  $ts2$  is set in accordance with the reference pixel  $\delta 0$  of the image pickup element 5A in order to prevent the occurrence of moiré (Fig. 9). The optical LPF 8C is the thickest in optical LPFs built in the non reference camera bodies such as the second camera body 11D.

The infrared cut filter 8D has the same reflective index as that of crystal but does not have a double refraction characteristic. The infrared cut filter 8D is set to have a thickness  $ti2$  enough to absorb infrared rays.

A subject luminous flux captured through the attached interchangeable lens barrel 12 forms an image on the photoelectric conversion surface 5Aa (Fig. 1A) of the image pickup element 5A through the dust-preventive glass 21, the infrared cut filter 8D, the optical LPF 8C and the protective glass 6. The photoelectric conversion surface 5Aa is positioned at the position where the curvature-of-field aberration does not occur in consideration of an amount of the change in effective optical path length based

on the reflective index of the optical LPF 8C.

On the other hand, the image pickup unit 15D of the second camera body 11D contains an image pickup element 5B having a pixel pitch  $\delta 1$  different from the reference pixel pitch  $\delta 0$ . An optical LPF 8E and an infrared cut filter (infrared absorbing glass) 8F also used as a compensating optical system are provided on the front surface side. An photoelectric conversion surface 5Ba of the image pickup element 5B is disposed at the same position as that of the photoelectric conversion surface 5Aa of the image pickup element 5A.

The optical LPF 8E has the same double refraction characteristic as that of the optical LPF 8C and includes a crystal plate or an LN element. The thickness  $ts3$  is set thinner than the thickness  $ts2$  in accordance with the pixel pitch  $\delta 1$  of the image pickup element 5B in order to prevent the occurrence of moiré.

The infrared cut filter 8D has the same reflective index as that of crystal but does not have a double refraction characteristic. The infrared cut filter 8D has a thickness  $ti3$  enough for absorbing infrared rays and for compensating an amount of the decrease in thickness of the optical LPF 8E. In other words, the thickness of the infrared cut filter 8D is increased by an amount of the difference in thickness between the optical LPF 8E and the



optical LPF 8C. The sum  $t_{i3} + t_{s3}$  of thickness of the infrared cut filter 8F and the optical LPF 8E is set substantially equal to the sum  $t_{i2} + t_{s2}$  of thickness of the infrared cut filter 8D and the optical LPF 8C. Therefore, a subject luminous flux captured through the interchangeable lens barrel 12 can form an image properly on the photoelectric conversion surface 5Ba (Fig. 1B) of the image pickup element 5B through the dust-preventive glass 21, the infrared cut filter 8F, the optical LPF 8E and the protection glass 6 in the second camera body 11D without the occurrence of the curvature-of-field aberration.

When the pixel pitch  $\delta_1$  of the image pickup element 5B applied to the second camera body 11D is smaller than the reference pixel pitch  $\delta_0$ , the thickness  $t_{s3}$  of the optical LPF 8E is thinner while the thickness  $t_{i3}$  of the infrared cut filter 8 is increased by the amount of the decrease in the thickness  $t_{s3}$  like the first embodiment. When the pixel pitch  $\delta_1$  of the image pickup element 5B applied in the second camera body 11D is larger than the reference pixel pitch  $\delta_0$ , a thinner LN element is applied as the optical LPF 8E like the first embodiment. The thickness  $t_{s3}$  is thin but still can be produced (0.1 mm or larger). The thickness  $t_{i3}$  of the infrared cut filter 8F is increased by the amount of the decrease in the thickness  $t_{s3}$  (where, strictly speaking, the thickness  $t_{i3}$  of the infrared cut filter 8F must be

determined in consideration of the difference in reflective index between an LN element and crystal). Therefore, the sum of the thickness of the infrared cut filter 8F and the optical LPF 8E does not change substantially, and the image pickup unit 15D and the image pickup unit 15D take up the same amount of space. The thickness of the optical LPF 8C of the first camera body 11C is the thickest in the optical LPFs built in the other non-reference camera bodies such as the second camera body 11D.

As described above, the same effects can be obtained as those of the first embodiment even in a digital camera system according to this embodiment. The interchangeable lens barrel 12 having the same specification can be removably attached to the first camera body 11C on the reference side and the second camera body 11D on the non-reference side. Subject luminous fluxes of both of them can form an image on the photoelectric conversion surface of the image pickup element at the same position without the curvature-of-field aberration.

According to this embodiment, the image pickup units 15C and 15D take up the same amount of space within the camera bodies according to this embodiment. Therefore, the other components in the first camera body 11C and the second camera body 11D can be arranged under the same condition.

In a lens-interchangeable digital camera system

according to the invention, interchangeable lenses having the same specification can be removably attached to different camera bodies including image pickup element having different pixel pitches from each other. Thus, images without the curvature-of-field aberration can be picked up by the digital cameras, respectively. Furthermore, components relating to the image pickup elements can be arranged in different camera bodies in a same manner.

The invention is not limited to the above-described embodiments, and various changes are possible without departing from the principle. Furthermore, the embodiments include the invention at various stages, and various inventions can be extracted by properly combining multiple disclosed constructional requirements.

For example, even when several constructional requirements are removed from the entire constructional requirements described in the embodiments, the construction from which the constructional requirements are removed can be extracted as an invention if the problems described in the section, Problems to be Solved by the Invention, can be solved.

WHAT IS CLAIMED IS:

1. A lens-interchangeable digital camera system, comprising:

a first camera body including a first image pickup element having a pixel pitch of about  $7\text{ }\mu\text{m}$  and a first optical low pass filter having a thickness determined based on the pixel pitch of about  $7\text{ }\mu\text{m}$ ;

an interchangeable lens removably attached to the first camera body and having a function for correcting the curvature-of-field aberration on an image-forming surface of the image pickup element; and

a second camera body including a second image element to which the interchangeable lens can be removably attached, having a pixel pitch different from the pixel pitch of about  $7\text{ }\mu\text{m}$  and a more number of pixels than that of the first image pickup element, a second optical low pass filter having the thickness determined in accordance with the pixel pitch of the second image pickup element and being thinner than the first optical low pass filter, and a compensating optical system for correcting a difference in optical path length caused due to the difference in thickness of the first optical low pass filter and second optical low pass filter.

2. The lens-interchangeable digital camera system

according to Claim 1,

wherein the first and second optical low pass filters are optical elements having a double refraction characteristic, and the compensating optical system does not have a double refraction characteristic.

3. The lens-interchangeable digital camera system according to Claim 2,

wherein the first and second optical low pass filters are constituted by crystal.

4. The lens-interchangeable digital camera system according to Claim 1,

wherein the reflective index of the compensating optical system is close to the reflective index of the second optical low pass filter.

5. The lens-interchangeable digital camera system according to Claim 1,

wherein the sum of the thickness of the second optical low pass filter and the thickness of the compensating optical system is substantially equal to the thickness of the first optical low pass filter.

6. A lens-interchangeable digital camera system, comprising:

a first camera body including a first image pickup element having a first pixel pitch and a first optical low pass filter having a thickness determined in accordance with

the first pixel pitch of the first image pickup element;

an interchangeable lens attachable to the first camera body, having a correction function for optimizing the curvature-of-field aberration on an image-forming surface of the first image pickup element when the interchangeable lens is attached to the first camera body; and

a second camera body to which the interchangeable lens can be attached, including a second image pickup element having a second pixel pitch different from the first pixel pitch, a second optical low pass filter having a thickness determined in accordance with the second pixel pitch and being thinner than the first optical low pass filter, and a compensating optical system for correcting the curvature-of-field aberration on the image-forming surface of the second image pickup element caused due to the difference in thickness of the first optical low pass filter and the second optical low pass filter.

7. The lens-interchangeable digital camera system according to Claim 6,

wherein the first pixel pitch is about 7  $\mu\text{m}$ .

8. The lens-interchangeable digital camera system according to Claim 6,

wherein the second pixel pitch is narrower than the first pixel pitch.

9. The lens-interchangeable digital camera system

according to Claim 6, the second image pickup element has more number of pixels than that of the first image pickup element.

10. A lens-interchangeable digital camera system, comprising:

an interchangeable lens for which optical aberration is corrected so as to be compliant with a reference camera body; and

a camera body to which the interchangeable lens can be attached, having an image pickup element, an optical element within a photographic optical path of the image pickup element, and a compensating optical element provided within the photographic optical path together with the optical element in order to correct aberration due to the combination of the interchangeable lens and the optical element.

11. The lens-interchangeable digital camera system according to Claim 10,

wherein the interchangeable lens is designed so as to minimize the curvature-of-field aberration in combination with the reference camera body.

12. A lens-interchangeable digital camera system, comprising:

a first camera body including a first optical low pass filter;

an interchangeable lens compliant with the first camera body and set such that an optical characteristic can correct aberration due to the first optical low pass filter; and

a second camera body to which the interchangeable lens can be attached, including a second optical low pass filter thinner than the first optical low pass filter and a compensating optical system for correcting the difference in thickness of the first optical low pass filter and the second optical low pass filter.

13. A lens-interchangeable digital camera system according to Claim 12,

wherein the first and second optical low pass filters are optical elements having a double refraction characteristic, and the compensating optical system is an optical element having no double refraction characteristic.

14. A camera body to which an interchangeable lens for correcting aberration to fit to a reference camera body can be attached, comprising:

an image pickup element having a different pixel pitch from that of the image pickup element in the reference camera body;

an optical low pass filter provided in a photographic optical path and having a thickness in accordance with the pixel pitch of the image pickup element; and

a compensating optical system for correcting aberration



due to the combination of the interchangeable lens and the optical low pass filter.

15. An interchangeable lens removably attached to multiple camera bodies, the interchangeable lens comprising:

a lens side mount portion for engaging with a mount portion of the camera body; and

a photographic optical system for optimizing aberration on the image pickup surface for the thickest optical low pass filter in the multiple camera bodies.

16. An interchangeable lens according to Claim 15, wherein the curvature-of-field aberration on the image pickup surface is minimized for a camera body having the thickest optical low pass filter.

17. The interchangeable lens according to Claim 16, wherein the optical low pass filter has a thickness corresponding to an image pickup element having a pixel pitch of about 7  $\mu\text{m}$ .

18. The interchangeable lens according to Claim 15, wherein the thickest optical low pass filter contains crystal.

19. An interchangeable lens removably attached to multiple camera bodies, comprising:

a lens side mount portion for engaging with a mount portion of the camera body; and

a photographic optical system for optimizing aberration

on the picked up image for a camera body having the thickest optical low pass filter in the multiple camera bodies.

20. An interchangeable lens removably attached to multiple camera bodies, comprising:

a lens side mount portion for engaging with a mount portion of the camera body; and

a photographic optical system for optimizing aberration on the image pickup surface for the camera body having an optical low pass filter having a thickness corresponding to an image pickup element having a pixel pitch of about 7  $\mu\text{m}$  in the multiple camera bodies.

21. A camera body to which an interchangeable lens optically designed for a reference camera body can be removably attached, comprising:

an interchangeable lens mount portion;

an image pickup element; and

a compensating optical system provided between the mount portion and the image pickup element such that the optical length between the interchangeable lens mount portion and the image pickup element is equal to that of the reference camera body.

22. The camera body according to Claim 21,

wherein the compensating optical system has a reflective index substantially equal to an optical low pass filter in the reference camera body.

23. The camera body according to Claim 21,

wherein the camera body has an optical low pass filter between the interchangeable lens mount portion and an image pickup surface of the image pickup element, and the compensating optical system compensates a difference in optical path length between an optical low pass filter in the reference camera body and the optical low pass filter in the camera body.

24. The camera body according to Claim 23,

wherein the compensating optical system has substantially the same thickness as the difference in thickness between the optical low pass filter in the reference camera body and an optical low pass filter in the camera body.

25. The camera body according to Claim 23,

wherein the optical low pass filter in the camera body has a thickness different from that of an optical low pass filter in the reference camera body.

26. The camera body according to Claim 25,

wherein the optical low pass filter in the camera body is thinner than an optical low pass filter in the reference camera body.

27. A reference camera body, comprising:

an interchangeable lens mount portion for attaching an interchangeable lens;

an image pickup element; and

an optical low pass filter between the interchangeable lens mount portion and an image pickup surface of the image pickup element,

wherein the reference camera body is one of multiple camera bodies to which an interchangeable lens can be attached and is a reference for the interchangeable lens, and the optical low pass filter is the thickest in optical low pass filters among the multiple camera bodies.

28. A reference camera body, comprising:

an interchangeable lens mount portion for attaching an interchangeable lens;

an image pickup element; and

an optical low pass filter between the interchangeable lens mount portion and an image pickup surface of the image pickup element,

wherein the camera body is one of multiple camera bodies to which an interchangeable lens can be attached and is a reference for the interchangeable lens, and the aberration on an image pickup surface of the image pickup element is optimized by a combination of the optical low pass filter and the interchangeable lens.

29. The reference camera body according to Claim 28,

wherein the thickness of the optical low pass filter is determined in accordance with the image pickup element

having a pixel pitch of about 7  $\mu\text{m}$ .

30. The reference camera body according to Claim 28, wherein the optical low pass filter is crystal.

31. The lens-interchangeable digital camera system, comprising:

a first camera body including a first optical element having a predetermined function;

an interchangeable lens compliant with the first camera body, having an optical characteristic designed for correcting aberration for the first camera body; and

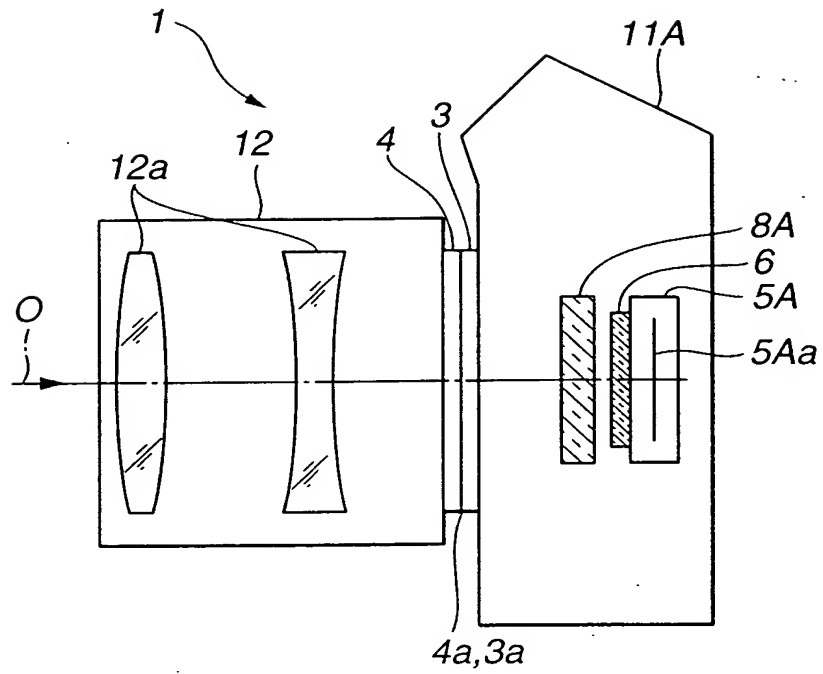
a camera body to which the interchangeable lens can be attached, having:

a second optical element which has the same function as that of the first optical element and which is thinner than the first optical element; and a compensating optical system for correcting a difference in thickness between the first optical element and the second optical element.

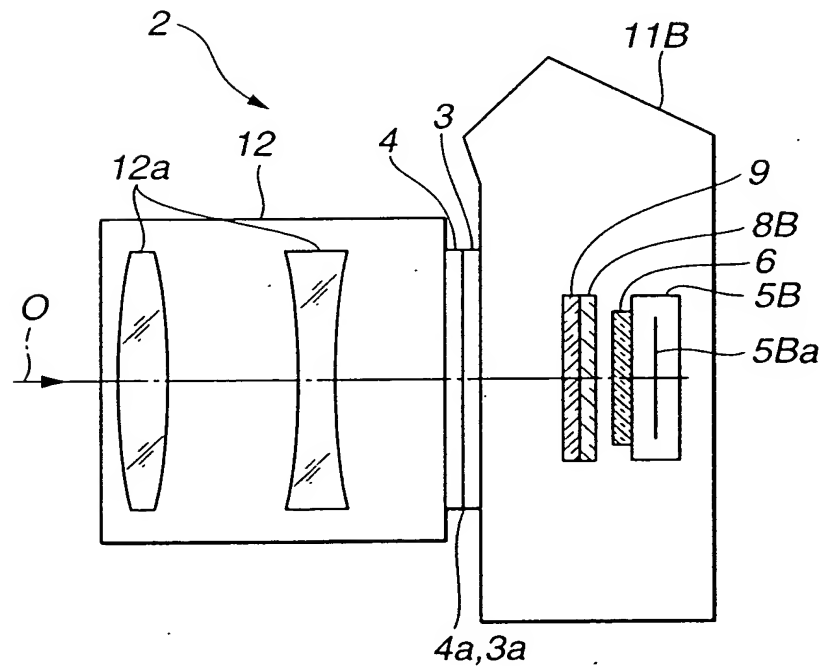
# ABSTRACT OF THE DISCLOSURE

The present digital camera system includes multiple interchangeable lens barrels having a same specification, and a digital camera having a first camera body to which the interchangeable lens barrel can be attached or another digital camera having a second camera body. The first camera body contains a first image pickup element having a reference pixel pitch and a first optical LPF (low pass filter). The second camera body contains a second image pickup element having a pixel pitch different from the reference pixel pitch, a second optical LPF and a compensating optical element. The compensating optical element is a glass plate having no double refraction characteristic for compensating an amount of the change in optical path length due to the decrease in thickness of the second optical LPF with respect to the first optical LPF. The present digital camera system allows the replacement of an interchangeable lens without generating various kinds of aberration among camera bodies having different pixel pitches.

**FIG.1A**



**FIG.1B**



**FIG.2**

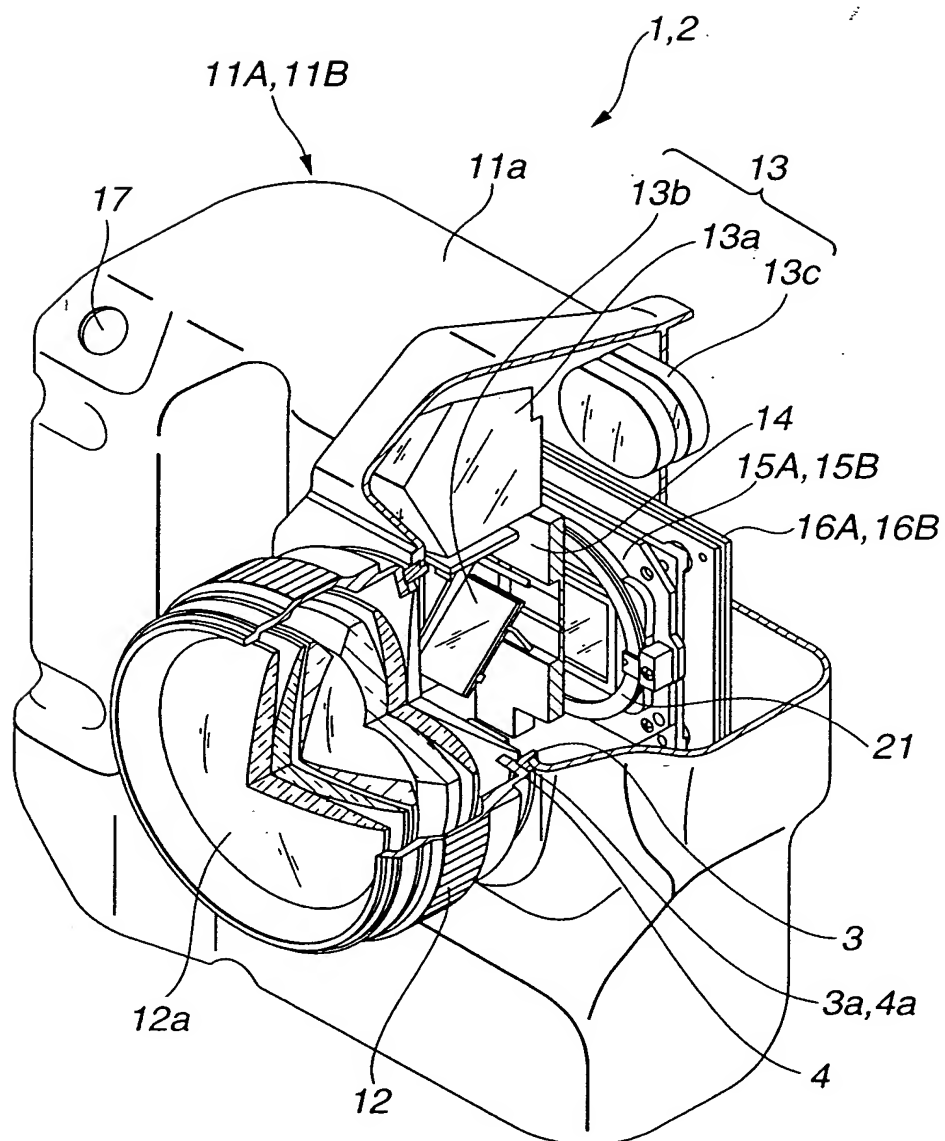
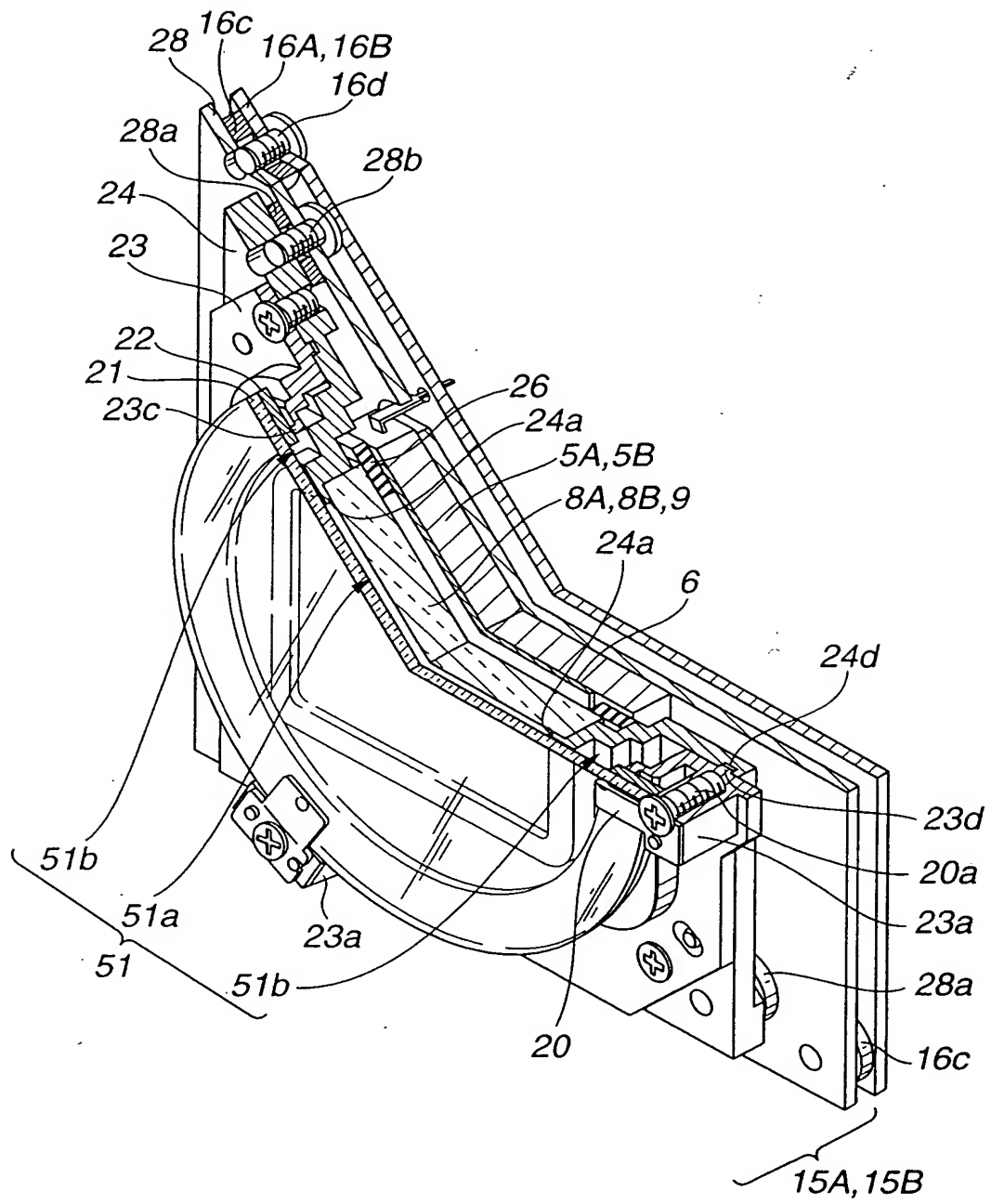
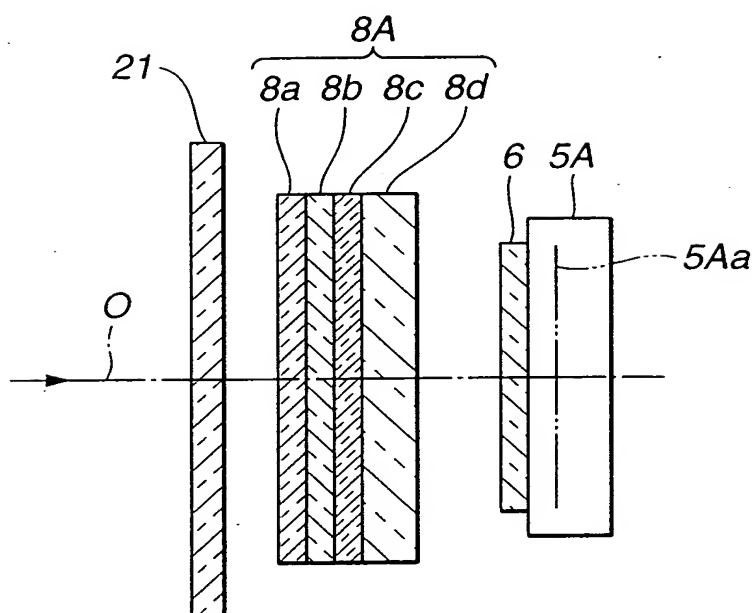




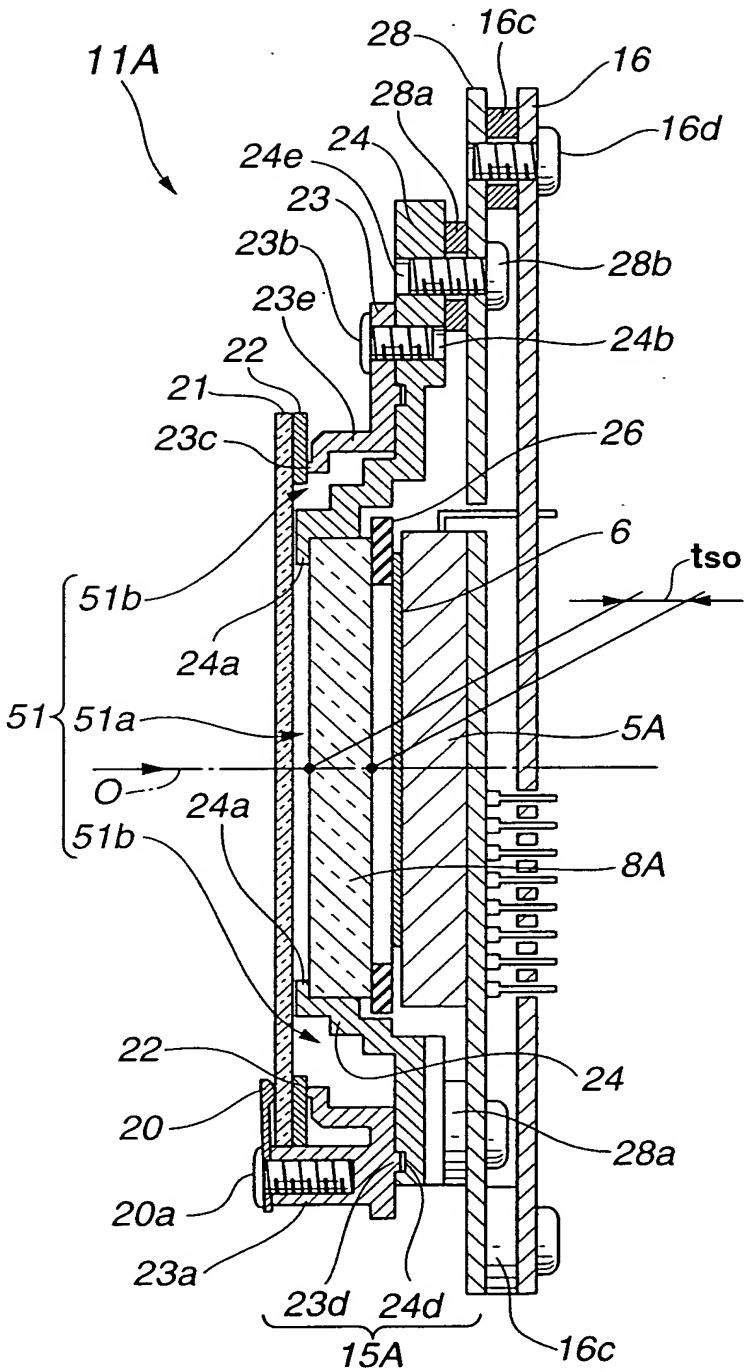
FIG.3



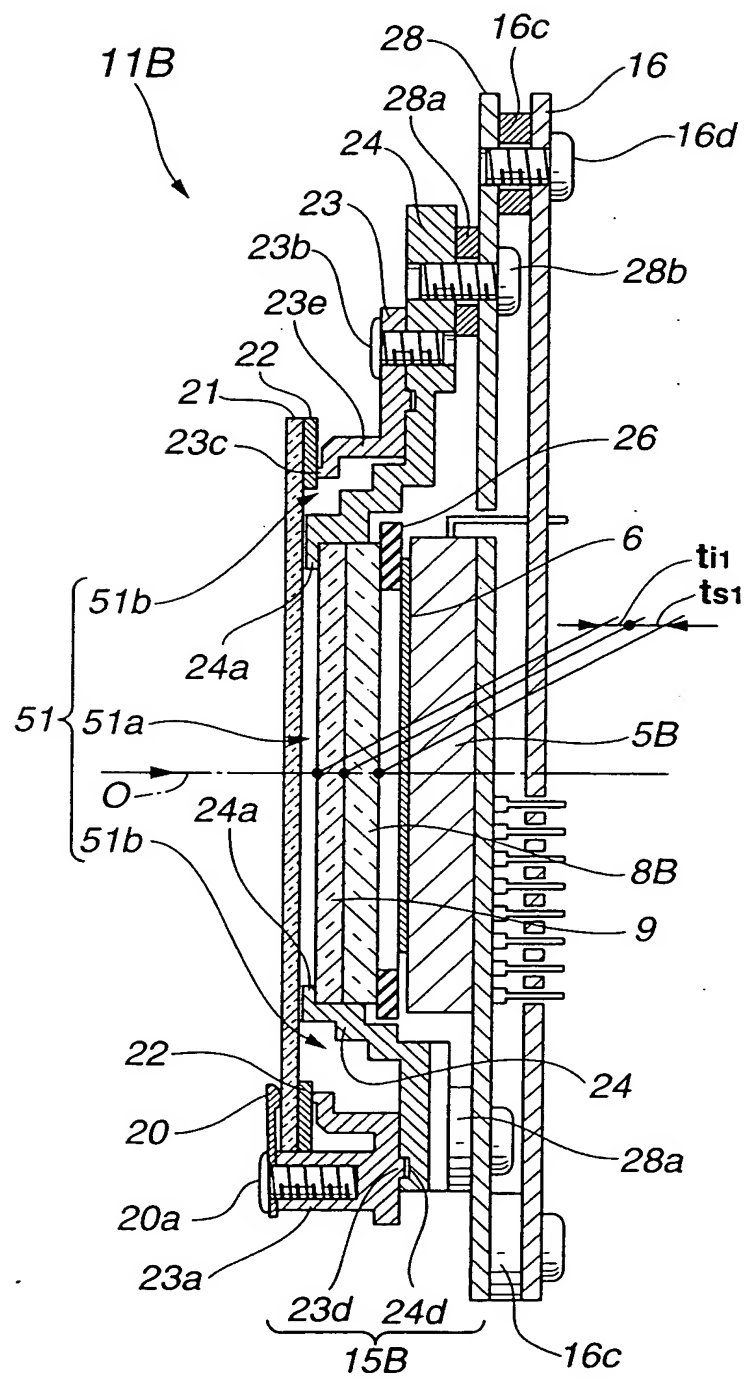
**FIG.4**



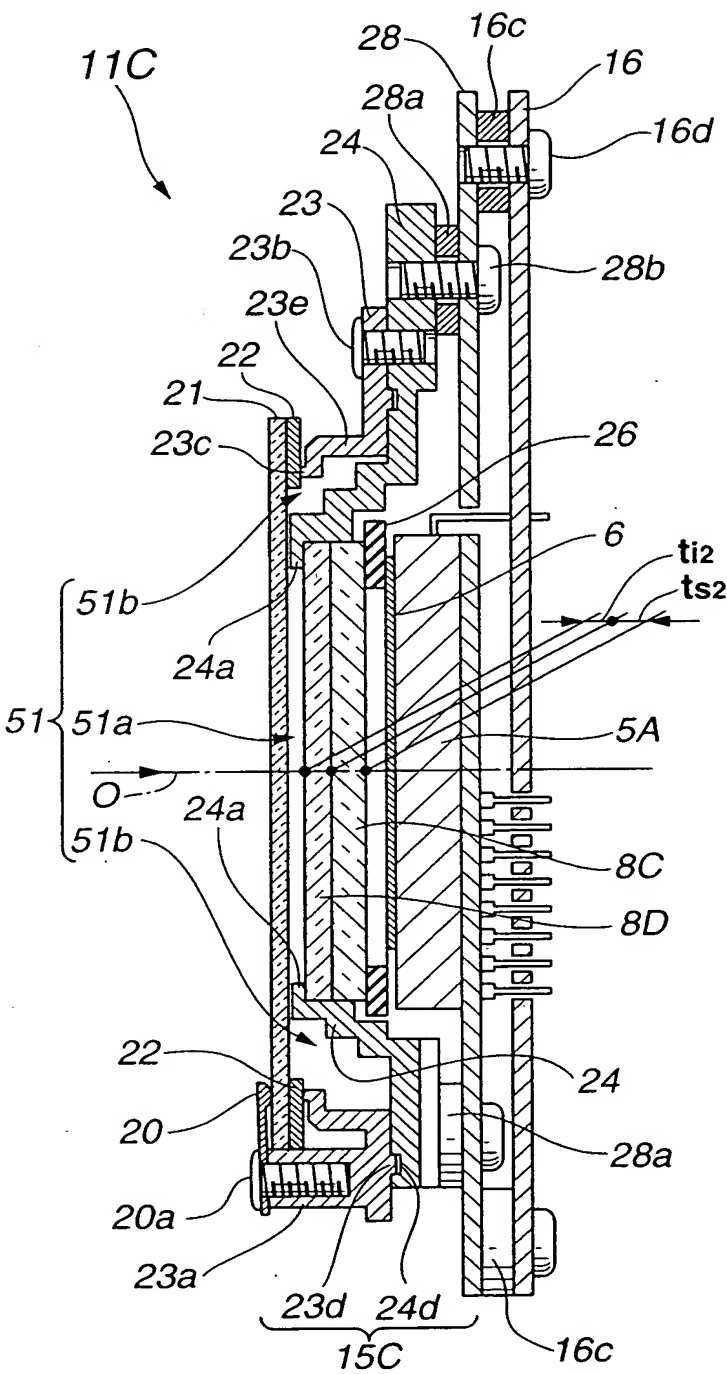
**FIG.5**



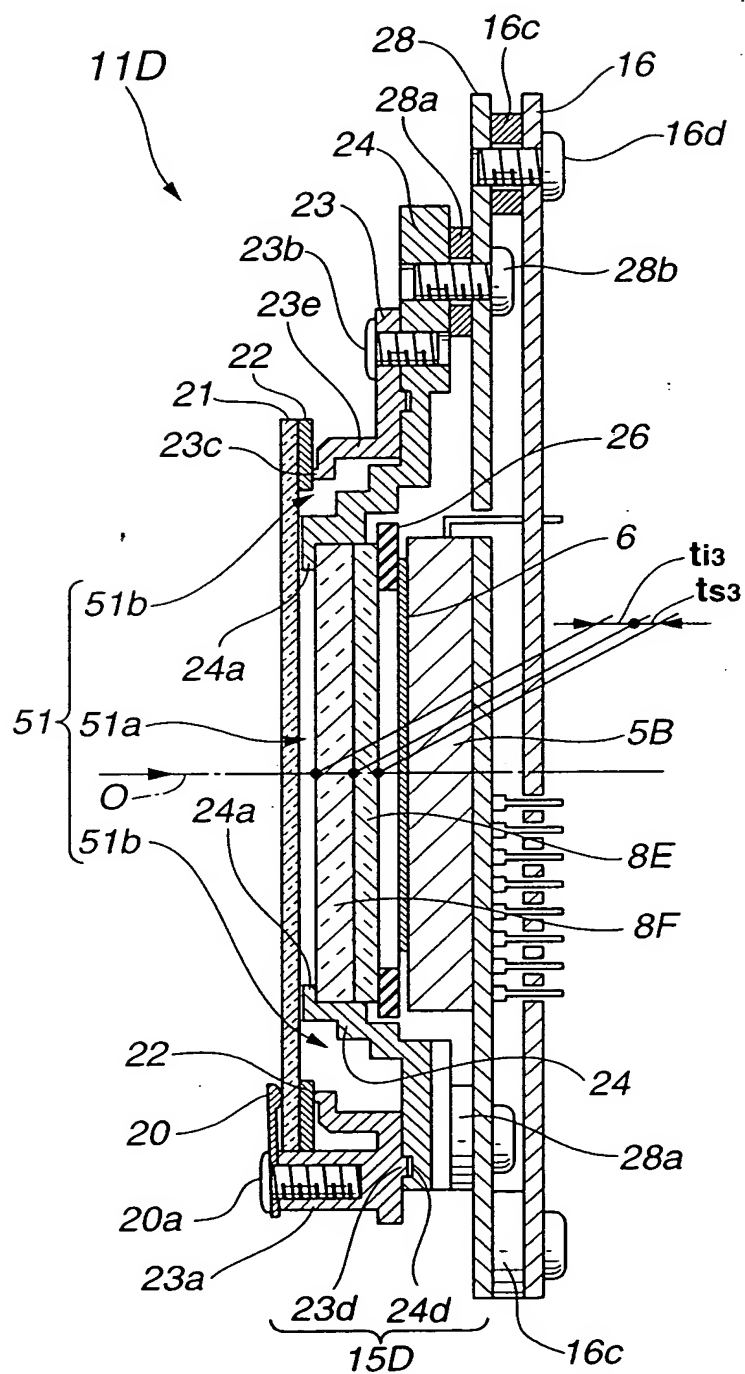
**FIG.6**



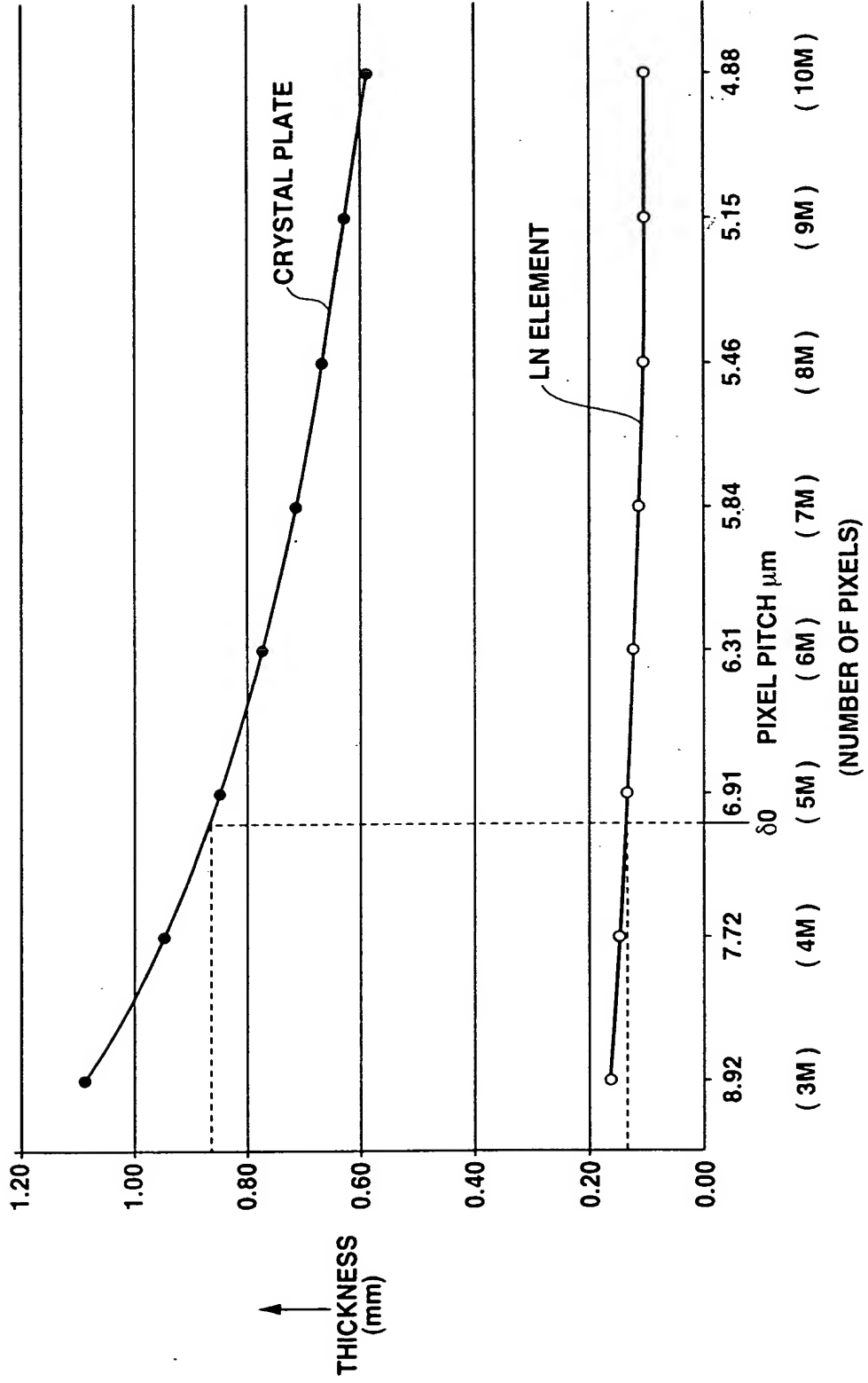
**FIG.7**



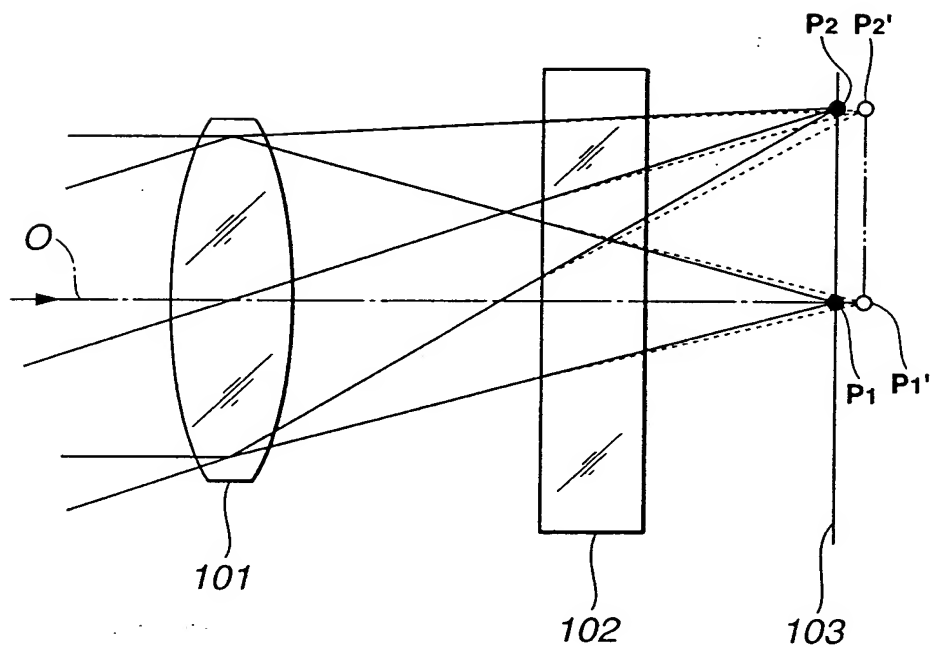
**FIG.8**



# FIG.9



**FIG.10**  
**RELATED ART**





日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年   5 月 1 3 日  
Date of Application:

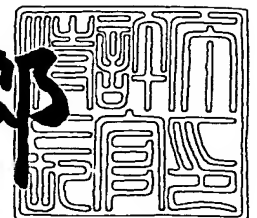
出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 1 3 5 0 0 5  
Application Number:  
[ST. 10/C] :            [ J P 2 0 0 3 - 1 3 5 0 0 5 ]

出 願 人            オリンパス光学工業株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年   7 月   9 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号   出証特 2 0 0 3 - 3 0 5 4 2 8 8

【書類名】 特許願

【整理番号】 03P00430

【提出日】 平成15年 5月13日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G03B 17/00  
H04N 5/225

【発明の名称】 レンズ交換可能なデジタルカメラシステム、カメラボディおよび交換レンズ

【請求項の数】 31

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリnbas光学工業株式会社内

    【氏名】 川合 澄夫

【特許出願人】

    【識別番号】 000000376

    【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号

    【氏名又は名称】 オリnbas光学工業株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100076233

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 伊藤 進

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 013387

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9101363

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 レンズ交換可能なデジタルカメラシステム、カメラボディ  
および交換レンズ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 略  $7\mu\text{m}$  の画素ピッチを有する第 1 の撮像素子と、上記略  $7\mu\text{m}$  の画素ピッチに応じて決定された厚みを有する第 1 の光学ローパスフィルタとを含んでなる第 1 のカメラボディと、

上記第 1 のカメラボディに装着可能であって、上記第 1 の撮像素子の結像面上における像面湾曲収差を補正する機能を有している交換レンズと、

上記交換レンズを装着可能であって、上記略  $7\mu\text{m}$  の画素ピッチとは異なる画素ピッチを有し、上記第 1 の撮像素子よりも画素数の多い第 2 の撮像素子と、上記第 2 の撮像素子の画素ピッチに応じて決定された厚みを有し、上記第 1 の光学ローパスフィルタよりも薄い第 2 の光学ローパスフィルタと、上記第 1 の光学ローパスフィルタと上記第 2 の光学ローパスフィルタの厚みの差によって生じる光路長差を補正する補償光学系とを含んでなる第 2 のカメラボディと、

を含むことを特徴とするレンズ交換可能なデジタルカメラシステム。

【請求項 2】 上記第 1 および第 2 の光学ローパスフィルタは、複屈折特性を有する光学素子であり、上記補償光学系は、複屈折特性を有していない光学素子であることを特徴とする請求項 1 記載のレンズ交換可能なデジタルカメラシステム。

【請求項 3】 上記第 1 および第 2 の光学ローパスフィルタは、水晶で形成されていることを特徴とする請求項 2 記載のレンズ交換可能なデジタルカメラシステム。

【請求項 4】 上記補償光学系の屈折率は、上記第 2 の光学ローパスフィルタの屈折率に近いことを特徴とする請求項 1 記載のレンズ交換可能なデジタルカメラシステム。

【請求項 5】 上記第 2 の光学ローパスフィルタの厚みと上記補償光学系の厚みの和は、上記第 1 の光学ローパスフィルタの厚みと略等しいことを特徴とする請求項 1 記載のレンズ交換可能なデジタルカメラシステム。

【請求項 6】 第 1 の画素ピッチを有する第 1 の撮像素子と、上記第 1 の撮像素子の上記第 1 の画素ピッチに応じて決定された厚みを有する第 1 の光学ローパスフィルタとを有してなる第 1 のカメラボディと、

上記第 1 のカメラボディに装着可能であり、上記第 1 のカメラボディに装着した場合に、上記第 1 の撮像素子の結像面上における像面湾曲収差が最適となるような補正機能を有している交換レンズと、

上記交換レンズを装着可能であり、上記第 1 の画素ピッチとは異なる第 2 の画素ピッチを有する第 2 の撮像素子と、上記第 2 の画素ピッチに応じて決定された厚みを有し、上記第 1 の光学ローパスフィルタよりも薄い第 2 の光学ローパスフィルタと、上記交換レンズを装着した場合に、上記第 1 の光学ローパスフィルタと上記第 2 の光学ローパスフィルタの厚みの差によって発生する上記第 2 の撮像素子の結像面上における像面湾曲収差を補正するための補償光学系とを有してなる第 2 のカメラボディと、

を含むことを特徴とするレンズ交換可能なデジタルカメラシステム。

【請求項 7】 上記第 1 の画素ピッチは、略  $7\mu\text{m}$  であることを特徴とする請求項 6 記載のレンズ交換可能なデジタルカメラシステム。

【請求項 8】 上記第 2 の画素ピッチは、上記第 1 の画素ピッチよりも狭いことを特徴とする請求項 6 記載のレンズ交換可能なデジタルカメラシステム。

【請求項 9】 上記第 2 の撮像素子は、上記第 1 の撮像素子よりも画素数が多いことを特徴とする請求項 6 記載のレンズ交換可能なデジタルカメラシステム。

【請求項 10】 基準カメラボディに適合するように光学的な収差が補正されている交換レンズと、

上記交換レンズを装着可能であって、撮像素子と、上記撮像素子の撮影光路内に配置された光学素子と、上記交換レンズと上記光学素子との組み合わせによって発生する収差を補正するために上記撮影光路内に上記光学素子とともに配置された補償光学素子とを有してなるカメラボディと、

を含んでなることを特徴とするレンズ交換可能なデジタルカメラ。

【請求項 11】 上記交換レンズは、上記基準カメラボディと組み合わせたときの像面湾曲収差が最小となるように設計されていることを特徴とする請求項 1

0 記載のレンズ交換可能なデジタルカメラ。

【請求項 12】 第 1 の光学ローパスフィルタを含む第 1 のカメラボディと、  
上記第 1 のカメラボディに適合し、光学特性が上記第 1 の光学ローパスフィルタに起因する収差を補正するように設計されている交換レンズと、

上記交換レンズを装着可能であって、上記第 1 の光学ローパスフィルタよりも薄い第 2 の光学ローパスフィルタと、上記第 1 の光学ローパスフィルタと上記第 2 の光学ローパスフィルタの厚みの差を補正する補償光学系とを含む第 2 のカメラボディと、

を含んでなることを特徴とするレンズ交換可能なデジタルカメラシステム。

【請求項 13】 上記第 1 および第 2 の光学ローパスフィルタは、複屈折特性を有する光学素子であり、上記補償光学系は、複屈折特性を有していない光学素子であることを特徴とする請求項 12 記載のレンズ交換可能なデジタルカメラシステム。

【請求項 14】 基準カメラボディに適合するように収差補正されている交換レンズを装着可能であって、

上記基準カメラボディに設けられた撮像素子とは画素ピッチが異なる撮像素子と、

撮影光路内に設けられ、上記撮像素子の画素ピッチに応じた厚みを有する光学ローパスフィルタと、

上記交換レンズと上記光学ローパスフィルタの組み合わせによって発生する収差を補正する補償光学系と、

を含んでなることを特徴とするカメラボディ。

【請求項 15】 複数のカメラボディに着脱可能な交換レンズであって、  
上記カメラボディのマウント部に係合するレンズ側マウント部と、

上記複数のカメラボディのうちの最も厚い光学ローパスフィルタに対して、上記撮像面における収差が最適となるように構成されている撮影光学系と、

を含んでなることを特徴とする交換レンズ。

【請求項 16】 上記最も厚い光学ローパスフィルタを有するカメラボディに対して、上記撮像面における像面湾曲収差が最小となるように構成されているこ

とを特徴とする請求項 15 記載の交換レンズ。

【請求項 17】 上記光学ローパスフィルタは、画素ピッチが略  $7\mu\text{m}$  の撮像素子に対応する厚さを有していることを特徴とする請求項 16 記載の交換レンズ。

【請求項 18】 上記最も厚い光学ローパスフィルタは、水晶で形成されることを特徴とする請求項 15 記載の交換レンズ。

【請求項 19】 複数のカメラボディに脱着可能な交換レンズであって、  
上記カメラボディのマウント部に係合するレンズ側マウント部と、  
上記複数のカメラボディのうちの最も厚い光学ローパスフィルタを有するカメラボディに対して、上記撮像面における収差が最適となるように構成されている撮影光学系と、

を含んでなることを特徴とする交換レンズ。

【請求項 20】 複数のカメラボディに脱着可能な交換レンズであって、  
上記カメラボディのマウント部に係合するレンズ側マウント部と、  
上記複数のカメラボディのうち、画素ピッチが略  $7\mu\text{m}$  の撮像素子に対応する厚さの光学ローパスフィルタを有するカメラボディに対して、上記撮像面における収差が最適となるように構成されている撮影光学系と、  
を含んでなることを特徴とする交換レンズ。

【請求項 21】 基準カメラボディに対し光学設計された交換レンズが着脱可能なカメラボディであって、

交換レンズ装着用マウント部と、  
撮像素子と、

上記交換レンズ装着用マウント部と上記撮像素子間の光路長が上記基準カメラボディと同等となるように、上記マウント部と上記撮像素子との間に配される補償光学系と、

を有してなることを特徴とするカメラボディ。

【請求項 22】 上記補償光学系は、上記基準カメラボディに配される光学ローパスフィルタと略同じ屈折率を有することを特徴とする請求項 21 記載のカメラボディ。

【請求項 2 3】 当該カメラボディは、更に上記交換レンズ装着用マウント部と上記撮像素子の撮像面との間に配される光学ローパスフィルタを有しており、上記補償光学系は、上記基準カメラボディに配される光学ローパスフィルタと当該カメラボディに配される上記光学ローパスフィルタとの光路長差を補償することを特徴とする請求項 2 1 記載のカメラボディ。

【請求項 2 4】 上記補償光学系は、上記基準カメラボディに配される光学ローパスフィルタと、当該カメラボディに配される光学ローパスフィルタとの厚さの差と略同じ厚さを有することを特徴とする請求項 2 3 記載のカメラボディ。

【請求項 2 5】 当該カメラボディに配される上記光学ローパスフィルタは、上記基準カメラボディに配される光学ローパスフィルタと異なる厚さを有することを特徴とする請求項 2 3 記載のカメラボディ。

【請求項 2 6】 当該カメラボディに配される上記光学ローパスフィルタは、上記基準カメラボディに配される光学ローパスフィルタよりも薄いことを特徴とする請求項 2 5 記載のカメラボディ。

【請求項 2 7】 交換レンズを装着可能な複数のカメラボディの 1 つであるとともに、上記交換レンズのための基準となるカメラボディであって、  
上記交換レンズを装着するための交換レンズ装着用マウント部と、  
撮像素子と、

上記交換レンズ装着用マウント部と上記撮像素子の撮像面との間に配される光学ローパスフィルタと、

を有しており、上記光学ローパスフィルタは、上記複数のカメラボディに設けられる光学ローパスフィルタのうちで最も厚いことを特徴とする基準カメラボディ。

【請求項 2 8】 交換レンズを装着可能な複数のカメラボディの 1 つであるとともに、上記交換レンズのための基準となるカメラボディであって、  
上記交換レンズを装着するための交換レンズ装着用マウント部と、  
撮像素子と、

上記交換レンズ装着用マウント部と撮像素子の撮像面との間に配される光学ローパスフィルタと、



を有してなり、上記光学ローパスフィルタと上記交換レンズとの組み合わせによって、上記撮像素子の撮像面における収差が最適となることを特徴とする基準カメラボディ。

【請求項 29】 上記光学ローパスフィルタの厚さは、画素ピッチが略  $7\mu\text{m}$  の撮像素子に対応して決定されていることを特徴とする請求項 28 記載の基準カメラボディ。

【請求項 30】 上記光学ローパスフィルタは、水晶であることを特徴とする請求項 28 記載の基準カメラボディ。

【請求項 31】 所定の機能を有する第 1 の光学素子を含む第 1 のカメラボディと、

上記第 1 のカメラボディに適合する交換レンズであって、当該交換レンズの光学特性は上記第 1 のカメラボディに対して、収差を補正するように設計されている交換レンズと、

上記交換レンズを装着可能なカメラボディであって、上記第 1 の光学素子と同様の機能を有し、上記第 1 の光学素子よりも薄い第 2 の光学素子と、上記第 1 の光学素子と上記第 2 の光学素子の厚みの差を補正する補償光学系とを含む第 2 のカメラボディと、

を有してなることを特徴とするレンズ交換可能なデジタルカメラシステム。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、レンズ交換可能なデジタルカメラシステム、および、そのデジタルカメラ、さらに、交換レンズ、および、カメラボディに関する。

##### 【0002】

#### 【従来の技術】

従来のデジタルカメラにおいては、撮影された画像の高周波成分の偽色（モアレなど）を軽減するために撮像素子の前面に複屈折特性をもつ水晶等で形成された光学ローパスフィルタ（以下、光学 LPF と記載する）が配置されている。また、カメラボディに対してレンズ（レンズ鏡筒）が交換可能な一眼レフタイプの

デジタルカメラがあるが、この一眼レフタイプのデジタルカメラの複数のボディには、画素数が異なる、すなわち、画素ピッチが異なる撮像素子が組み込まれ、さらに、複数種類の同一仕様の交換レンズが装着可能となっている。

#### 【0003】

上記一眼レフタイプのカメラボディにおいては、上述のように画素ピッチが異なる撮像素子の前面には、上記画素ピッチに対応した厚みを有した光学LPFが配置される。

#### 【0004】

上述のように撮像素子の画素ピッチに対応して光学LPFの厚みを設定するのは、上記光学LPFを透過した光束は、屈折しない常光と異常光（複屈折光）に分離される。一方、上記モアレ発生を防止するためには、撮像素子の隣り合う画素に上記分離された光束をそれぞれ入射させなければならない。そのために光学LPFの厚みを画素ピッチに対応させて変化させる必要がある。

#### 【0005】

ところが、撮像素子の前面に厚みの異なる光学LPFを配置すると、その結像位置が変化することになる。図9は、撮像光学系において撮像素子の前面に配置される光学LPFの有無による結像位置の変化の状態を示す光路図である。

#### 【0006】

図9に示すように撮像素子の撮像面103の前方に光学LPF102がない場合には、レンズ101を通過した中央光束は、撮像面103上の点P1に結像する。また、レンズ101を通過した周辺光束は、撮像面103上の点P2に結像する。しかし、撮像素子の撮像面103の前方に光学LPF102が配されている場合には、レンズ101を通過した中央光束は、撮像面103の後方の点P1'に結像する。また、レンズ101を通過した周辺光束は、撮像面103の後方の点P2'に結像する。上記光学フィルタ103の厚みが厚くなると上記各光束の結像位置は、さらに後方にずれる。すなわち、光学LPFの厚みの違いにより結像位置までの光束の実効の光路長が異なってくる。

#### 【0007】

一方、デジタルカメラの撮影光学系においては、通常、撮影画面の中央部に到

達する光束と周辺部に到達する光束との光路長に差が生じ、像面湾曲収差が生じるが、この撮影画面の中心部と周辺部の光路長の差の補正は、撮影光学系に像面湾曲を打ち消す光学特性を持たせることによって、結果的に像面湾曲収差を補正することができる。

#### 【0008】

しかしながら、この収差補正の考え方をレンズ交換式の一眼レフタイプのデジタルカメラに適用した場合には、以下のような問題が生じる。すなわち、第1の光学LPFを具備する第1のカメラボディと、これに適合するように設計された交換レンズとを含むレンズ交換式の一眼レフデジタルカメラシステムにおいて、上記交換レンズを第2の光学LPFを具備する第2のカメラボディに装着する場合に、上記第1と第2の光学LPFの厚みが異なっていると、適正な像面湾曲収差の補正ができないという問題が生じる。これは、第1と第2のカメラボディに画素ピッチの異なる撮像素子が搭載されている場合、上述したようにそれぞれの光学LPFの厚さをその画素ピッチに適合するように設定することで生じる問題である。

#### 【0009】

上記従来の一眼レフタイプのデジタルカメラにおいては、例えば、光学LPFとして水晶に代えてその厚みが極めて薄く、水晶と同様の複屈折特性をもつLN素子(LiNbO<sub>3</sub>)が適用されている。また、画素ピッチが殆ど変わらないように、背う像素子の大きさを変更することで画素数を変えたりしている。上記LN素子を適用した場合、その厚みが薄いことから光束の光路長が殆ど変化せず、画素ピッチの異なるデジタルカメラのボディ間においても交換レンズの交換が可能となる。

#### 【0010】

図10は、撮像素子の画素ピッチ(撮像素子の画素数)とそれに適応する光学LPF(水晶とLN素子の場合)の厚みの関係を示す線図である。図10に示すように画素ピッチPが狭くなると適応する光学LPFの厚みも薄くなっている。また、同一画素ピッチPに適応するLN素子の厚みは、水晶に対しておよそ1/5～1/6になっている。

## 【0011】

なお、従来のデジタルカメラにおいて、光学LPFの操作による光路長制御や空間周波数特性制御に関する提案としては、例えば、後述する特許文献1、特許文献2、および、特許文献3がある。

## 【0012】

特許文献1（特開平7-123421号公報）に開示された撮像装置は、撮像素子から出力された電気信号を用いてカラー自然画像信号を形成する第1の撮像モードと、単一色又はモノクロの画像に対して高解像度の画像信号を形成する第2の撮像モードとを切替える切替回路を有し、この切替に伴って光学LPFを出し入れすると共に、光路長の変化を別の光学系により補正するものであり、本撮像装置によれば、単一色の画像に対して高解像度の画像信号を形成することができる。

## 【0013】

また、特許文献2（特開2000-244821号公報）に開示の撮像装置は、撮像素子の駆動モードに対応してLPFブロックを構成する光路長補正用ダミーガラスと光学LPFとを切り換え駆動するものであり、本撮像装置によれば、撮像素子の特殊駆動による空間サンプリング特性の変化に伴う擬似信号の発生を、効果的に抑圧できる。

## 【0014】

さらに、特許文献3（特許2552855号）に開示の撮像装置は、フレーム読み出しモードを選択した場合に光学的ローパスフィルタに代わり光学的LPFと同一の光路長を有する補正光学手段が撮像手段への入射光路に挿入されるものであって、本撮像装置によれば、サンプリングの垂直走査周波数を、例えば、525本から262.5本にしても折返しひずみが生じることない。したがって、画像品質も劣化することがなくなる。

## 【0015】

## 【特許文献1】

特許文献1は、特開平7-123421号公報である。

## 【0016】

**【特許文献2】**

特許文献2は、特開2000-244821号公報である。

**【0017】****【特許文献3】**

特許文献3は、特許2552855号である。

**【0018】****【発明が解決しようとする課題】**

しかし、上述した従来の一眼レフタイプのデジタルカメラにおいて、画素ピッチの異なるカメラボディ間で交換レンズを装着可能とするために撮像素子の前面に配置される光学LPFとして、薄肉のLN素子を適用したものは、該LN素子が割れやすく、取り扱い上の問題があった。しかも、今後、デジタルカメラに組み込まれる撮像素子の画素数が増えた場合、適用すべきLN素子の厚みをさらに薄くする必要があり、対処が困難になる。例えば、図10に示すように画素数6M以上（画素ピッチ $\delta$ が $6.31\mu\text{m}$ ）では、適応する一枚のLN素子の厚みがおおよそ0.1mm、または、それ以下となり、実用上、困難となる。

**【0019】**

また、画素ピッチが殆ど変わらないように撮像素子の大きさを変更した場合、画素数を多くすると撮像素子が大型化し、カメラボディが大きくなったり、高価なものとなっていた。

**【0020】**

上述した特許文献1，2，3等には、光学LPFの変化による光路長変化を補正するための補正光学系に関する記載はあるが、複数の交換レンズを装着可能なデジタルカメラにおける光学LPFの厚みの変化を補償する光学系に関する記載はない。

**【0021】**

本発明は、上述した状況に鑑みてなされたものであって、レンズ交換可能なデジタルカメラにおいて、画素ピッチの異なるカメラボディ間で像面湾曲収差を生じることなく交換レンズが交換可能なデジタルカメラシステムおよびカメラボディおよび交換レンズ、さらに、基準カメラボディを提供することを目的とする。

## 【0022】

## 【課題を解決するための手段】

本発明の請求項1記載のレンズ交換可能なデジタルカメラシステムは、略7 $\mu$ mの画素ピッチを有する第1の撮像素子と、上記略7 $\mu$ mの画素ピッチに応じて決定された厚みを有する第1の光学ローパスフィルタとを含んでなる第1のカメラボディと、上記第1のカメラボディに装着可能であって、上記第1の撮像素子の結像面上における像面湾曲収差を補正する機能を有している交換レンズと、上記交換レンズを装着可能であって、上記略7 $\mu$ mの画素ピッチとは異なる画素ピッチを有し、上記第1の撮像素子よりも画素数の多い第2の撮像素子と、上記第2の撮像素子の画素ピッチに応じて決定された厚みを有し、上記第1の光学ローパスフィルタよりも薄い第2の光学ローパスフィルタと、上記第1の光学ローパスフィルタと上記第2の光学ローパスフィルタの厚みの差によって生じる光路長差を補正する補償光学系とを含んでなる第2のカメラボディとを含む。

## 【0023】

本発明の請求項2記載のレンズ交換可能なデジタルカメラシステムは、請求項1記載のレンズ交換可能なデジタルカメラシステムにおいて、上記第1および第2の光学ローパスフィルタは、複屈折特性を有する光学素子であり、上記補償光学系は、複屈折特性を有していない光学素子である。

## 【0024】

本発明の請求項3記載のレンズ交換可能なデジタルカメラシステムは、請求項2記載のレンズ交換可能なデジタルカメラシステムにおいて、上記第1および第2の光学ローパスフィルタは、水晶で形成されている。

## 【0025】

本発明の請求項4記載のレンズ交換可能なデジタルカメラシステムは、請求項1記載のレンズ交換可能なデジタルカメラシステムにおいて、上記補償光学系の屈折率は、上記第2の光学ローパスフィルタの屈折率に近い。

## 【0026】

本発明の請求項5記載のレンズ交換可能なデジタルカメラシステムは、請求項1記載のレンズ交換可能なデジタルカメラシステムにおいて、上記第2の光学ロ

ーパスフィルタの厚みと上記補償光学系の厚みの和は、上記第1の光学ローパスフィルタの厚みと略等しい。

【0027】

本発明の請求項6記載のレンズ交換可能なデジタルカメラシステムは、第1の画素ピッチを有する第1の撮像素子と、上記第1の撮像素子の上記第1の画素ピッチに応じて決定された厚みを有する第1の光学ローパスフィルタとを有してなる第1のカメラボディと、上記第1のカメラボディに装着可能であり、上記第1のカメラボディに装着した場合に、上記第1の撮像素子の結像面上における像面湾曲収差が最適となるような補正機能を有している交換レンズと、上記交換レンズを装着可能であり、上記第1の画素ピッチとは異なる第2の画素ピッチを有する第2の撮像素子と、上記第2の画素ピッチに応じて決定された厚みを有し、上記第1の光学ローパスフィルタよりも薄い第2の光学ローパスフィルタと、上記交換レンズを装着した場合に、上記第1の光学ローパスフィルタと上記第2の光学ローパスフィルタの厚みの差によって発生する上記第2の撮像素子の結像面上における像面湾曲収差を補正するための補償光学系とを有してなる第2のカメラボディとを含む。

【0028】

本発明の請求項7記載のレンズ交換可能なデジタルカメラシステムは、請求項6記載のレンズ交換可能なデジタルカメラシステムにおいて、上記第1の画素ピッチは、略7 $\mu$ mである。

【0029】

本発明の請求項8記載のレンズ交換可能なデジタルカメラシステムは、請求項6記載のレンズ交換可能なデジタルカメラシステムにおいて、上記第2の画素ピッチは、上記第1の画素ピッチよりも狭い。

【0030】

本発明の請求項9記載のレンズ交換可能なデジタルカメラシステムは、請求項6記載のレンズ交換可能なデジタルカメラシステムにおいて、上記第2の撮像素子は、上記第1の撮像素子よりも画素数が多い。

【0031】

本発明の請求項 10 記載のレンズ交換可能なデジタルカメラは、基準カメラボディに適合するように光学的な収差が補正されている交換レンズと、上記交換レンズを装着可能であって、撮像素子と、上記撮像素子の撮影光路内に配置された光学素子と、上記交換レンズと上記光学素子との組み合わせによって発生する収差を補正するために上記撮影光路内に上記光学素子とともに配置された補償光学素子とを有してなるカメラボディとを含んでなる。

#### 【0032】

本発明の請求項 11 記載のレンズ交換可能なデジタルカメラは、請求項 10 記載のレンズ交換可能なデジタルカメラにおいて、上記交換レンズは、上記基準カメラボディと組み合わせたときの像面湾曲収差が最小となるように設計されている。

#### 【0033】

本発明の請求項 12 記載のレンズ交換可能なデジタルカメラシステムは、第 1 の光学ローパスフィルタを含む第 1 のカメラボディと、上記第 1 のカメラボディに適合し、光学特性が上記第 1 の光学ローパスフィルタに起因する収差を補正するように設計されている交換レンズと、上記交換レンズを装着可能であって、上記第 1 の光学ローパスフィルタよりも薄い第 2 の光学ローパスフィルタと、上記第 1 の光学ローパスフィルタと上記第 2 の光学ローパスフィルタの厚みの差を補正する補償光学系とを含む第 2 のカメラボディとを含んでなる。

#### 【0034】

本発明の請求項 13 記載のレンズ交換可能なデジタルカメラシステムは、請求項 12 記載のレンズ交換可能なデジタルカメラシステムにおいて、上記第 1 および第 2 の光学ローパスフィルタは、複屈折特性を有する光学素子であり、上記補償光学系は、複屈折特性を有していない光学素子である。

#### 【0035】

本発明の請求項 14 記載のカメラボディは、基準カメラボディに適合するように収差補正されている交換レンズを装着可能であって、上記基準カメラボディに設けられた撮像素子とは画素ピッチが異なる撮像素子と、撮影光路内に設けられ、上記撮像素子の画素ピッチに応じた厚みを有する光学ローパスフィルタと、上



記交換レンズと上記光学ローパスフィルタの組み合わせによって発生する収差を補正する補償光学系とを含んでなる。

【0036】

本発明の請求項15記載の交換レンズは、複数のカメラボディに着脱可能な交換レンズであって、上記カメラボディのマウント部に係合するレンズ側マウント部と、上記複数のカメラボディのうちの最も厚い光学ローパスフィルタに対して、上記撮像面における収差が最適となるように構成されている撮影光学系とを含んでなる。

【0037】

本発明の請求項16記載の交換レンズは、請求項15記載の交換レンズにおいて、上記最も厚い光学ローパスフィルタを有するカメラボディに対して、上記撮像面における像面湾曲収差が最小となるように構成されている。

【0038】

本発明の請求項17記載の交換レンズは、請求項16記載の交換レンズにおいて、上記光学ローパスフィルタは、画素ピッチが略7 $\mu$ mの撮像素子に対応する厚さを有している。

【0039】

本発明の請求項18の交換レンズは、請求項15記載の交換レンズにおいて、上記最も厚い光学ローパスフィルタは、水晶で形成される。

【0040】

本発明の請求項19記載の交換レンズは、複数のカメラボディに脱着可能な交換レンズであって、上記カメラボディのマウント部に係合するレンズ側マウント部と、上記複数のカメラボディのうちの最も厚い光学ローパスフィルタを有するカメラボディに対して、上記撮像面における収差が最適となるように構成されている撮影光学系とを含んでなる。

【0041】

本発明の請求項20記載の交換レンズは、複数のカメラボディに脱着可能な交換レンズであって、上記カメラボディのマウント部に係合するレンズ側マウント部と、上記複数のカメラボディのうちの、画素ピッチが略7 $\mu$ mの撮像素子に対応

する厚さの光学ローパスフィルタを有するカメラボディに対して、上記撮像面における収差が最適となるように構成されている撮影光学系とを含んでなる。

【0042】

本発明の請求項 21 記載のカメラボディは、基準ボディボディに対して光学設計された交換レンズが着脱可能なカメラボディであって、交換レンズ装着用マウント部と、撮像素子と、上記交換レンズ装着用マウント部と上記撮像素子間の光路長が上記基準カメラボディと同等となるように、上記マウント部と上記撮像素子との間に配される補償光学系とを有してなる。

【0043】

本発明の請求項 22 記載のカメラボディは、請求項 21 記載のカメラボディにおいて、上記補償光学系は、上記基準カメラボディに配される光学ローパスフィルタと略同じ屈折率を有する。

【0044】

本発明の請求項 23 記載のカメラボディは、請求項 21 記載のカメラボディにおいて、当該カメラボディは、更に上記交換レンズ装着用マウント部と上記撮像素子の撮像面との間に配される光学ローパスフィルタを有しており、上記補償光学系は、上記基準カメラボディに配される光学ローパスフィルタと当該カメラボディに配される上記光学ローパスフィルタとの光路長差を補償する。

【0045】

本発明の請求項 24 記載のカメラボディは、請求項 23 記載のカメラボディにおいて、上記補償光学系は、上記基準カメラボディに配される光学ローパスフィルタと、当該カメラボディに配される光学ローパスフィルタとの厚さの差と略同じ厚さを有する。

【0046】

本発明の請求項 25 記載のカメラボディは、請求項 23 記載のカメラボディにおいて、当該カメラボディに配される上記光学ローパスフィルタは、上記基準カメラボディに配される光学ローパスフィルタと異なる厚さを有する。

【0047】

本発明の請求項 26 記載のカメラボディは、請求項 25 記載のカメラボディに

において、当該カメラボディに配される上記光学ローパスフィルタは、上記基準カメラボディに配される光学ローパスフィルタよりも薄い。

【0048】

本発明の請求項 27 記載の基準カメラボディは、交換レンズを装着可能な複数のカメラボディの 1 つであるとともに、上記交換レンズのための基準となるカメラボディであって、上記交換レンズを装着するための交換レンズ装着用マウント部と、撮像素子と、上記交換レンズ装着用マウント部と上記撮像素子の撮像面との間に配される光学ローパスフィルタとを有しており、上記光学ローパスフィルタは、上記複数のカメラボディに設けられる光学ローパスフィルタのうちで最も厚い。

【0049】

本発明の請求項 28 記載の基準カメラボディは、交換レンズを装着可能な複数のカメラボディの 1 つであるとともに、上記交換レンズのための基準となるカメラボディであって、上記交換レンズを装着するための交換レンズ装着用マウント部と、撮像素子と、上記交換レンズ装着用マウント部と撮像素子の撮像面との間に配される光学ローパスフィルタと、を有してなり、上記光学ローパスフィルタと上記交換レンズとの組み合わせによって、上記撮像素子の撮像面における収差が最適となる。

【0050】

本発明の請求項 29 記載の基準カメラボディは、請求項 28 記載の基準カメラボディにおいて、上記光学ローパスフィルタの厚さは、画素ピッチが略  $7\mu\text{m}$  の撮像素子に対応して決定されている。

【0051】

本発明の請求項 30 の基準カメラボディは、請求項 28 記載の基準カメラボディにおいて、上記光学ローパスフィルタは、水晶である。

【0052】

本発明の請求項 31 記載のレンズ交換可能なデジタルカメラシステムは、所定の機能を有する第 1 の光学素子を含む第 1 のカメラボディと、上記第 1 のカメラボディに適合する交換レンズであって、当該交換レンズの光学特性は上記第 1 の

カメラボディに対して、収差を補正するように設計されている交換レンズと、上記交換レンズを装着可能なカメラボディであって、上記第1の光学素子と同様の機能を有し、上記第1の光学素子よりも薄い第2の光学素子と、上記第1の光学素子と上記第2の光学素子の厚みの差を補正する補償光学系とを含む第2のカメラボディとを有してなる。

#### 【0053】

##### 【発明の実施の形態】

以下、図を用いて本発明の実施形態について説明する。

本発明の第1の実施形態のデジタルカメラシステムの詳細な説明に先立ってその概要を図1(A), (B)を用いて説明する。なお、図1(A), (B)は、本発明の第1の実施形態のデジタルカメラシステムを構成するカメラボディおよび交換レンズの組み合わせと内蔵されるフィルタ光学部材および撮像素子の配置を示す図であり、図1(A)は、基準カメラボディと交換レンズとの組み合わせ状態を示し、図1(B)は、非基準カメラボディと交換レンズとの組み合わせ状態を示している。

#### 【0054】

本実施形態のデジタルカメラシステムは、図1(A), (B)に示すデジタルカメラ1とデジタルカメラ2とからなる。

#### 【0055】

デジタルカメラ1は、基準カメラボディである第1のカメラボディ11Aと、着脱可能な交換レンズとしての交換レンズ鏡筒12とからなる。

#### 【0056】

デジタルカメラ2は、非基準カメラボディである第2のカメラボディ11Bと、第1のカメラボディ11Aに装着されるものと共通仕様の着脱可能な交換レンズとしての交換レンズ鏡筒12とからなる。

#### 【0057】

第1のカメラボディ11Aは、保護ガラス6を有するCCD（または、CMOS型撮像素子）等からなる第1の撮像素子である撮像素子5Aと、撮像素子前面に配置される第1の光学ローパスフィルタである光学LPF8Aとが内蔵され、

レンズ側マウント面 4 a と当接可能なカメラ側マウント面 3 a をもつカメラ側マウント部 3 を有している。即ち、レンズ側マウント部 4 とカメラ側マウント部 3 とが係合して両者が固定された場合、光軸方向の位置が上記レンズ側マウント面 4 a とカメラ側マウント面 3 a とが当接することにより規定される。

#### 【0058】

撮像素子 5 A は、例えば、4/3 型の撮像素子であって第 1 の画素ピッチである所定の基準画素ピッチ  $\delta 0$  (対応する基準画素数  $S0$ ) を有しており、撮像素子の結像面である光電変換面 5 A a 上に結像した被写体像は、電氣的撮像信号に変換される。

#### 【0059】

光学 L P F 8 A は、モアレ発生を防止するために撮像素子 5 A の基準画素ピッチ  $\delta 0$  に対応する厚みの複屈折特性を有する水晶で形成され、また、赤外線吸収ガラスを含む。そして、光学 L P F 8 A は、ガラスと略同一の所定の屈折率を有している。

#### 【0060】

この光学 L P F 8 A は、カメラ側マウント部 3 と撮像素子 5 A との間に配置され、その厚さが後述する第 2 のカメラボディの光学 L P F 8 B、および、同じ交換レンズ鏡筒 1 2 が着脱可能な他の非基準のカメラボディに適用される光学 L P F に比較して最も厚い厚みを有する。

#### 【0061】

交換レンズ鏡筒 1 2 は、第 1 のカメラボディ側、または、第 2 のカメラボディ側マウント面 3 a に当接可能なレンズ側マウント面 4 a が設けられるレンズ側マウント部 4 を有し、複数の撮影レンズ群からなる撮影光学系 1 2 a を内蔵する。この交換レンズ鏡筒 1 2 は、第 1 のカメラボディ 1 1 A、または、第 2 のカメラボディ 1 1 B のいずれにも着脱可能な同一仕様のレンズ鏡筒であり、例えば、焦点距離が異なる交換レンズやズームレンズやマクロレンズ等の複数の交換レンズのいずれかが相当する。

#### 【0062】

また、交換レンズ鏡筒 1 2 の撮影光学系 1 2 a は、基準カメラボディ 1 1 A に

装着した状態にて、被写体光束が光学LPF8Aを透過し、撮像素子5Aの撮像面5Aa上に結像するが、光学LPF8Aの屈折率と厚みによる光路長の変化（実効光路長変化）した状態で像面湾曲収差が生じることなく撮像面5Aa上に結像するように設計製作されている（すなわち、図9に示す中心光束による結像点P1'と周辺光束による結像点P2'がともに撮像素子5Aの撮像面5Aa上に位置する像面湾曲収差のない状態とする）。

#### 【0063】

第2のカメラボディ11Bは、保護ガラス6を有するCCD（MOS型撮像素子）等からなる第2の撮像素子である撮像素子5Bと、撮像素子前面に配置される第2の光学ローパスフィルタである光学LPF8Bおよび補償光学系である補償光学素子9とが内蔵され、さらに、レンズ側マウント面4aと係合可能なカメラ側マウント面3aを備えた第1のカメラボディ11Aと共通のカメラ側マウント部3を有している。

#### 【0064】

撮像素子5Bは、基準撮像素子5Aと同様の4/3型の撮像素子であるが、基準画素ピッチ $\delta 0$ と異なる値の第2の画素ピッチである画素ピッチ $\delta 1$ を有している。この撮像素子5Bの結像面である光電変換面5Ba上に結像した被写体像も同様に電氣的撮像信号に変換される。

#### 【0065】

光学LPF8Bは、光学LPF8Aより薄いフィルタであって、撮像素子5Bの画素ピッチ $\delta 1$ に対応した厚みをもつ複屈折特性を有する水晶、または、LN素子で形成され、また、赤外線吸収ガラスも含む。そして、ガラスと略同一の所定の屈折率を有する。この光学LPF8Bもレンズマウント部3と撮像素子5Bとの間に配置される。

#### 【0066】

補償光学素子9は、複屈折特性を有していないが光学LPF8Aと略同じ屈折率を有するガラスからなる光学部材であり、第2の光学LPF8Bに接着して組み込むことによって交換レンズ鏡筒12による被写体光束の結像位置が撮像素子5Bの光電変換面5Baからずれることなく、像面湾曲収差を含めた収差が生じ

ないように光学LPFBが薄くなったことによる光路長変化を補償する部材である。この補償光学素子9は、その補償光学素子9と光学LPFBとの厚みの和が光学LPFAと略等しくなるように設定される。

#### 【0067】

上述した構成による本実施形態のデジタルカメラシステムにおいては、基準とする第1のカメラボディ11Aには、交換レンズ鏡筒12が装着可能であり、所定の基準画素ピッチ $\delta 0$ を有する撮像素子5Aが内蔵される。交換レンズからの被写体光束は、光学LPFAで複屈折されて撮像素子5Aの撮像変換面5Aa上に像面湾曲収差がなく、正しく結像する。

#### 【0068】

非基準の第2のカメラボディ11Bには、交換レンズ鏡筒12が装着可能であり、画素ピッチ $\delta 1$ を有する撮像素子5Bが内蔵される。交換レンズからの被写体光束は、補償光学素子9を透過し、光学LPFBで複屈折して撮像素子5Bの撮像変換面5Ba上に結像する。光学LPFBの厚みが薄くなったための実効光路長の変化分は、補償光学素子9を挿入することにより補償され、被写体光束は、撮像素子5Bの撮像変換面5Ba上に同様に像面湾曲収差がない状態で正しく結像する。

#### 【0069】

次に、本実施形態のデジタルカメラシステムにおけるデジタルカメラ1、2の内部構成について、図2、3を用いて説明する。

図2は、上記デジタルカメラのカメラボディに交換レンズ鏡筒を装着した状態での内部構造を示す斜視図（一部破断面とする）である。図3は、上記デジタルカメラの撮像ユニットまわりの内部構造を示す斜視図（一部破断面とする）である。

#### 【0070】

デジタルカメラ1、または、2は、それぞれある仕様共通の交換レンズ鏡筒12と、その交換レンズ鏡筒12が着脱可能である基準カメラボディである第1のカメラボディ11A、または、非基準カメラボディである第2のカメラボディ11Bからなる。なお、交換レンズ鏡筒12は、交換レンズ側マウント部4のマウ

ント面 4 a とカメラボディ側マウント部 3 のマウント面 3 a とが当接した状態で装着される。

#### 【0071】

第 1 のカメラボディ 11 A と 12 A とは、内蔵される撮像ユニットの撮像素子、および、光学 L P F が異なるのみで他の構成は、共通である。

#### 【0072】

交換レンズ鏡筒 12 は、複数のレンズやその駆動機構等から成る撮影光学系 12 a を内部に保持して構成され、この撮影光学系 12 a は、被写体からの光束を透過させることで当該被写光束により形成される被写体の像を所定の位置（図 3 の撮像素子 5 A、または、5 B の光電変換面上）に像面湾曲収差等の各種の光学的な収差のない状態で結像せしめるように、例えば、複数の光学レンズ等によって構成される。つまり、撮像素子前面に配される光学 L P F にて生じる像面湾曲収差もなくすように設計されたものである。

#### 【0073】

なお、ここでいう、収差のない状態とは実使用上問題のないレベル以下の収差がある状態も含む。換言すれば撮影光学系 12 a は撮像素子前面に配される光学 L P F などとも考慮した上で、各種収差が最適となるように設計されている。

#### 【0074】

カメラボディ 11 A、11 B は、本体部 11 a 内部に各種の構成部材等を備えて構成され、かつ、撮影光学系 12 a を保持するレンズ鏡筒 12 を着脱自在となるようにボディ側マウント部 3 をその前面に備えて構成された、いわゆる「一眼レフレックス方式」のカメラボディである。つまり、カメラ本体部 11 a の前面側の略中央部には、被写体光束を当該カメラ本体部 11 a の内部へと導き得る所定の口径を有する露光用開口が形成され、この露光用開口の周縁部にボディ側マウント部 3 が形成されている。

#### 【0075】

以下、第 1、2 のデジタルカメラのカメラボディ 11 A、11 B の詳細な内部構成から説明すると、まず、カメラ本体部 11 a の上面部や背面等の所定の位置にはカメラ本体部 11 a を動作させるための各種の操作部材、例えば、撮影動作



を開始せしめるための指示信号等を発生させるためのリリースボタン 17 等が配設されている。

#### 【0076】

カメラ本体部 11a の内部には、図 2 に示す如くの各種の構成部材、例えば撮影光学系 12a によって形成される所望の被写体像を撮像素子 5A、または、5B の光電変換面上とは異なる所定位置に形成させるために設けられ、いわゆる「観察光学系」を成すファインダ装置 13 と、撮像素子 5A、または、5B の光電変換面への被写体光束の照射時間等を制御するシャッター機構等を備えたシャッター部 14 と、撮影光学系 12a を透過した被写体光束に基づき被写体像信号を得る撮像素子を含む撮像ユニット 15A（第 1 のカメラボディ用）あるいは 15B（第 2 のカメラボディ用）と、撮像素子 5A、または、5B により取得した画像信号に対して各種の信号処理を施す画像信号処理回路等の電気回路を成す各種の電気部材が実装された主回路基板 16A（第 1 のカメラボディ用）、あるいは 16B（第 2 のカメラボディ用）を始めとする複数の回路基板等が、それぞれ所定位置に配設されている。また、撮像ユニット 1A、15B の前面には撮像素子の光電変換面への塵埃等の付着を防止する防塵フィルタ 21 が配設されている。

#### 【0077】

ファインダ装置 13 は、撮影光学系 12a を透過した被写体光束の光軸を折り曲げて観察光学系の側へと導くように構成された反射鏡 13b と、この反射鏡 13b から出射する光束を受けて正立正像を形成するペンタプリズム 13a と、このペンタプリズム 13a を介して、被写体像を拡大して観察する接眼レンズ 13c 等によって構成されている。

#### 【0078】

反射鏡 13b は、撮影光学系 12a の光軸から退避する位置と当該光軸上の所定の位置との間で移動自在に構成され、通常状態は、撮影光学系 12a の光軸上にて当該光軸に対して所定角度、例えば角度  $45^{\circ}$  に配置されている。これにより、撮影光学系 12a を透過した被写体光束は、当該カメラ 1 が通常状態にある際は、反射鏡 13b によってその光軸が折り曲げられて、当該反射鏡 13b の上方に配置されるペンタプリズム 13a の側へと反射されるようになっている。

## 【0079】

一方、カメラ1が撮影動作の実行中において、その実際の露光動作中には、当該反射鏡13bが撮影光学系12aの光路から退避する所定位置に移動するようになっている。これによって被写体光束は、撮像素子側へと導かれ、その光電変換面を照射するようになっている。

## 【0080】

シャッター部14は、例えば、フォーカルプレーン方式のシャッター機構や、このシャッター機構の動作を制御する駆動回路等、従来のカメラ等で一般的に利用されているものと同様のものが適用される。

## 【0081】

第1、または、第2のカメラボディ用である撮像ユニット15Aと15Bは、内蔵される撮像素子と光学LPFとが異なるのみで他の構成は略同一である。まず、第1のカメラボディ用である撮像ユニット15Aについて説明する。

## 【0082】

撮像ユニット15Aは、撮影光学系12aを透過し自己の光電変換面上に照射された光に対応した画像信号を得るCCD等からなる撮像素子5Aと、この撮像素子5Aを固定支持する薄板状の部材からなる撮像素子固定板28と、撮像素子5Aの光電変換面の側に配設され、撮影光学系12aを透過して照射される被写体光束から高周波成分を取り除くべく形成される光学素子である光学LPF8Aと、この光学LPF8Aと撮像素子5Aとの間の周縁部に配置され、略枠形状の弾性部材等によって形成されるローパスフィルタ受け部材26と、撮像素子5Aを収納し固定保持すると共に光学LPF8Aをその周縁部位乃至その近傍部位に密着して支持しかつ所定の部位を後述する防塵フィルタ受け部材23に密に接触するように配設される撮像素子収納ケース部材24（以下、CCDケース24という）と、このCCDケース24の前面側に配置され防塵フィルタ21をその周縁部位乃至その近傍部位に密着して支持する防塵フィルタ受け部材23と、この防塵フィルタ受け部材23によって支持されて撮像素子5Aの光電変換面の側であって光学LPF8Aの前面側において当該光学LPF8Aとの間に所定の間隔を持つ所定の位置に対向配置される防塵部材である防塵フィルタ21と、この防

塵フィルタ 21 の周縁部に配設され当該防塵フィルタ 21 に対して所定の振動を与えることによって塵埃を除去させる圧電素子 22 と、防塵フィルタ 21 を防塵フィルタ受け部材 23 に対して気密的に接合させ固定保持する弾性体からなる押圧部材 20 等によって構成されている。

#### 【0083】

撮像素子 5A は、撮影光学系 12a を透過した被写体光束を自己の光電変換面 5Aa (図 1 (A)) に受けて光電変換処理を行なうことにより、当該光電変換面に形成される被写体像に対応した画像信号を取得するものであって、例えば、4/3 型で第 1 の画素ピッチとしての基準画素ピッチ  $\delta 0$  が略  $7 \mu\text{m}$  である電荷結合素子 (Charge Coupled Device) 等が適用される。

#### 【0084】

この撮像素子 5A は、撮像素子固定板 28 を介して主回路基板 16A 上の所定の位置に実装されている。この主回路基板 16 には、不図示の画像信号処理回路及びワークメモリ等が共に実装されており、撮像素子 5A からの出力信号、即ち光電変換処理により得られた画像信号が画像信号処理回路等へと電送されるようになっている。

#### 【0085】

この撮像素子 5A の光電変換面の前方には、保護ガラス 6 (図 3) が装着される。

#### 【0086】

画像信号処理回路においてなされる信号処理としては、例えばボディ側マウント部 3 に装着されたレンズ鏡筒 12 の内部に保持される撮影光学系 12a によって撮像素子 5A の光電変換面上に結像された像に対応するものとして当該撮像素子 5A から得られた画像信号を記録に適合する形態の信号に変換する処理等、各種の信号処理である。このような信号処理は、電子的な画像信号を取り扱うように構成される一般的なデジタルカメラ等において通常になされる処理と同様である。

#### 【0087】

撮像素子 5A の前面側には、ローパスフィルタ受け部材 26 を挟んで光学 LP

F8Aが配設されている。光学LPF8Aは、複屈折特性を有する光学素子である水晶で形成されており、後述するように撮像素子5Aの画素ピッチ（略 $7\mu\text{m}$ ）に対応する厚み $t_1$ を有している。なお、後述するように光学LPF8A内に赤外線吸収ガラスが挿入されている。

#### 【0088】

そして、光学LPF8Aを覆うようにCCDケース24が配設されている。このCCDケース24には、略中央部分に矩形状からなる開口が設けられており、この開口には、その後方側から光学LPF8A及び撮像素子5Aが配設されるようになっている。この開口後方側の内周縁部には、断面が略L宇形状からなる段部24aが形成されている。

#### 【0089】

上述したように、光学LPF8Aと撮像素子5Aとの間には、弾性部材等からなるローパスフィルタ受け部材26が配設されている。このローパスフィルタ受け部材26は、撮像素子5Aの前面側の周縁部においてその光電変換面の有効範囲を避ける位置に配設され、かつ光学LPF8Aの背面側の周縁部近傍に当接するようになっている。そして、光学LPF8Aと撮像素子5Aとの間を略気密性が保持されるようにしている。これにより、光学LPF8Aには、ローパスフィルタ受け部材26による光軸方向への弾性力が働くことになる。

#### 【0090】

そこで、光学LPF8Aの前面側の周縁部を、CCDケース24の段部24aに対して略気密的に接触させるように配置することで、当該光学LPF8Aをその光軸方向に変位させようとするローパスフィルタ受け部材26による弾性力に抗して当該光学LPF8Aの光軸方向における位置を規制するようにしている。

#### 【0091】

換言すれば、CCDケース24の開口の内部に背面側より挿入された光学LPF8Aは、段部24aによって光軸方向における位置規制がなされている。これにより、当該光学LPF8Aは、CCDケース24の内部から前面側へ向けて外部に抜け出ないようにしている。

#### 【0092】

このようにして、CCDケース24の開口の内部に背面側から光学LPF8A挿入された後、光学LPF8A背面側には、撮像素子5A配設されるようになっている。この場合において、光学LPF8A撮像素子5Aの間には、周縁部においてローパスフィルタ受け部材26が挟持されるようになっている。

#### 【0093】

また、撮像素子5Aは、上述したように撮像素子固定板28を挟んで主回路基板16に実装されている。そして、撮像素子固定板28は、CCDケース24の背面側からネジ孔24eに対してネジ28bによってスペーサ28aを介して固定されている。また、撮像素子固定板28には、主回路基板16がスペーサ16cを介してネジ16dによって固定されている。

#### 【0094】

CCDケース24の前面側には、防塵フィルタ受け部材23がCCDケース24のネジ孔24bに対してネジ23bによって固定されている。CCDケース24の周縁側であって前面側の所定の位置には、周溝24dが略環状に形成されている。その一方で、防塵フィルタ受け部材23の周縁側であって背面側の所定の位置には、CCDケース24の周溝24dに対応させた環状凸部23dが全周にわたって略環状に形成されている。したがって、環状凸部23dと周溝24dとが嵌合することによりCCDケース24と防塵フィルタ受け部材23とは、環状の領域、即ち周溝24dと環状凸部23dとが形成される領域において相互に略気密的に嵌合するようになっている。

#### 【0095】

防塵フィルタ21は、ガラスで形成され、全体として円形乃至多角形の板状をなし、少なくとも自己の中心から放射方向に所定の広がりを持つ領域が透明部をなしており、この透明部が光学LPF8A前面側に所定の間隔を持って対向配置されているものである。

#### 【0096】

また、防塵フィルタ21の一方の面の周縁部には、当該防塵フィルタ21に対して振動を与えるための所定の加振用部材であり電気機械変換素子等によって形成される圧電素子22が一体となるように、例えば接着剤による貼着等の手段に

より配設されている。この圧電素子 22 は、外部から所定の駆動電圧を印加することによって防塵フィルタ 21 に所定の振動を発生させることができるように構成されている。

#### 【0097】

そして、防塵フィルタ 21 は、防塵フィルタ受け部材 23 に対して気密的に接合するように板ばね等の弾性体からなる押圧部材 20 によって固定保持されている。

#### 【0098】

防塵フィルタ受け部材 23 の略中央部近傍には、円形状又は多角形状からなる開口が設けられている。この開口は、撮影光学系 12a を透過した被写体光束を通過させて、当該光束が後方に配置される撮像素子 5A の光電変換面を照射するのに十分な大きさとなるように設定されている。

#### 【0099】

この開口の周縁部は、前面側に突出する壁部 23e が略環状に形成されており、この壁部 23e の先端側には、さらに前面側に向けて突出するように受け部 23c が形成されている。

#### 【0100】

一方、防塵フィルタ受け部材 23 の前面側の外周縁部傍には、所定の位置に複数（本実施形態では三箇所）の突状部 23a が前面側に向けて突出するように形成されている。この突状部 23a は、防塵フィルタ 21 を固定保持する押圧部材 20 を固設するために形成される部位であって、当該押圧部材 20 は、突状部 23a の先端部に対してねじ 20a 等の締結手段により固設されている。

#### 【0101】

押圧部材 20 は、上述したように板ばね等の弾性体によって形成される部材であって、その基端部が突状部 23a に固定され、自由端部が防塵フィルタ 21 の外周縁部に当接することで、当該防塵フィルタ 21 を防塵フィルタ受け部材 23 の側、即ち光軸方向に向けて押圧するようになっている。

#### 【0102】

この場合において、防塵フィルタ 21 の背面側の外周縁部に配設される圧電素

子 2 2 の所定の部位が、受け部 2 3 c に当接することで、防塵フィルタ 2 1 及び圧電素子 2 2 の光軸方向における位置が規制されるようになっている。したがってこれにより、防塵フィルタ 2 1 は、圧電素子 2 2 を介して防塵フィルタ受け部材 2 3 に対して気密的に接合するように固定保持されている。

#### 【0103】

換言すれば、防塵フィルタ受け部材 2 3 は、押圧部材 2 0 による付勢力によって防塵フィルタ 2 1 と圧電素子 2 2 を介して気密的に接合するように構成されている。

#### 【0104】

ところで、上述したように防塵フィルタ受け部材 2 3 と CCD ケース 2 4 とは、周溝 2 4 d と環状凸部 2 3 d とが相互に略気密的に嵌合するようになっているのと同時に、防塵フィルタ受け部材 2 3 と防塵フィルタ 2 1 とは、押圧部材 2 0 の付勢力により圧電素子 2 2 を介して気密的に接合するようになっている。また、CCD ケース 2 4 に配設される光学 LPF 8 A は、光学 LPF 8 A の前面側の周縁部と CCD ケース 2 4 の段部 2 4 a との間で略気密的となるように配設されている。さらに、光学 LPF 8 A の背面側には、撮像素子 5 A がローパスフィルタ受け部材 2 6 を介して配設されており、光学 LPF 8 A と撮像素子 5 A との間においても、略気密性が保持されるようになっている。

#### 【0105】

したがってこれにより、光学 LPF 8 A と防塵フィルタ 2 1 とが対向する間の空間には、所定の空隙部 5 1 a が形成されている。また、光学 LPF 8 A の周縁側、即ち CCD ケース 2 4 と防塵フィルタ受け部材 2 3 と防塵フィルタ 2 1 とによって、空間部 5 1 b が形成されている。この空間部 5 1 b は、光学 LPF 8 A の外側に張り出すようにして形成されている封止された空間である。

#### 【0106】

また、この空間部 5 1 b は、空隙部 5 1 a よりも広い空間となるように設定されている。そして、空隙部 5 1 a と空間部 5 1 b とからなる空間は、上述した如く CCD ケース 2 4 と防塵フィルタ受け部材 2 3 と防塵フィルタ 2 1 と光学 LPF 8 A とによって略気密的に封止される封止空間 5 1 となっている。

## 【0107】

図4は、第1のカメラボディ11Aにおける撮像ユニット15Aの光学系の詳細を示す模式図であり、図5は、撮像ユニット15Aの拡大縦断面図である。

## 【0108】

図4に示すように撮像素子5Aの前面には、保護ガラス6が配置され、さらに、その前方に光学LPF8A、および、防塵フィルタ21が配置されている。

## 【0109】

光学LPF8Aは、前方側から複屈折方向が $-45^\circ$ の水晶板8aと、赤外線吸収ガラス8bと、複屈折方向が $+45^\circ$ の水晶板8cと、複屈折方向が $0^\circ$ の水晶板8dとが重畳して構成される。

## 【0110】

水晶板8a、8cは、それぞれ図10に示される撮像素子5Aの画素ピッチ（略 $7\mu\text{m}$ ）に対応する厚みを有している。一方、水晶板8dは、水晶板8a、8bの厚さの $\sqrt{2}$ 倍の厚さとなっている。従って、交換レンズ鏡筒12を介して入射した被写体光束が撮像素子5Aの光電変換面5Aaに結像したとき、モアレの発生が防止される。

## 【0111】

そして、水晶板8a、8c、8dおよび赤外吸収ガラス8bは、それぞれガラスに近い屈折率を有し、全厚みは、 $t_{s0}$ である。そして、上記屈折率と厚み $t_{s0}$ に対応した実効光路長に基づく被写体光束の結像位置に撮像素子5Aの光電変換面5Aaが位置決めされている。従って、レンズ鏡筒12により取り込まれた被写体光束は、像面湾曲収差のない状態で撮像素子5Aの光電変換面5Aa上に正しく結像する。なお、厳密には、上記実効光路長の変化に保護ガラス6および防塵フィルタ21の厚みも寄与する。しかし、ここでは、保護ガラス6および防塵フィルタ21の厚さは第1のカメラボディおよび第2のカメラボディで同じものを用いている。従って第1のカメラボディと第2のカメラボディとで、保護ガラス6および防塵フィルタ21による実効光路長の差がない。

## 【0112】

一方、保護ガラス6および防塵フィルタ21の厚み及びまたは材質を第1のカ



メラボディと第2のカメラボディとで変更する場合は、その変更に伴う実効光路長の変化を補償光学素子の厚さ、あるいは材質を変化させることにより、像面湾曲収差の補正を行う。

#### 【0113】

一方、第2のカメラボディ11Bは、第1のカメラボディ11Aに対して、上述したように撮像ユニット15Aの撮像素子5Aと光学LPF8Aに代えて撮像ユニット15Bの撮像素子5Bと光学LPF8Bおよび補償光学系である補償光学素子9が組み込まれる。他の構成は、同一である。図6は、第2のカメラボディ11Bにおける撮像ユニット15Bの拡大縦断面図である。

#### 【0114】

撮像素子5Bは、サイズとしては撮像素子5Aと同じ4/3型であるが基準画像ピッチ $\delta 0$ （略7 $\mu\text{m}$ ）と異なる第2の画素ピッチである画素ピッチ $\delta 1$ を有する。その撮像素子5Bの光電変換面5Ba（図1（B））のマウント面3aに対する相対位置は、撮像素子5Aの光電変換面5Aa（図1（A））と同一距離の位置とする。

#### 【0115】

光学LPF8Bは、撮像素子5Bの画素ピッチ $\delta 1$ に対応して被写体光束を複屈折するべく厚み $t_{s1}$ を有している（図6）。この光学LPF8Bは、水晶、または、LN素子とする。

#### 【0116】

補償光学素子9は、光学LPF8Bが厚み $t_{s0}$ より薄い厚み $t_{s1}$ に変化したことによる実効光路長の変化分を補償する厚み $t_{i1}$ を有している（図6）。すなわち、補償光学素子9は、水晶と屈折率が略等しく、複屈折特性を有しない光学素子、例えば、ガラス板とし、光学LPF8Bの厚み $t_{s1}$ と補償光学素子9の厚み $t_{i1}$ とを加えた厚みが光学LPF8Aの厚み $t_{s0}$ に一致するように設定されており、光学LPF8Bに光学接着剤にて固着されている。

#### 【0117】

したがって、撮像ユニット15Bにおいても交換レンズ鏡筒12を介して取り込まれた被写体光束は、撮像素子5Bの光電変換面5Ba上に像面湾曲収差のな

い状態で結像位置ずれもなく正しく結像する。

#### 【0118】

いま、第2のカメラボディ11Bの撮像素子5Bの画素ピッチ $\delta 1$ が基準画像ピッチ $\delta 0$ の $7\mu\text{m}$ より小である場合、すなわち、撮像素子5Bの画素数が撮像素子5Aの画素数より多い場合には、第2のカメラボディ11Bの光学LPF8Bは水晶板とし、その厚み $t_{s1}$ は、光学LPF8Aの厚み $t_{s0}$ より薄くなる(図10)。また、補償光学素子9は、光学LPF8Bが薄くなることによる実効光路長の変化分を補償するために薄くなった分に相当する厚み $t_{i1}$ のガラス板とする。なお、この補償光学素子9は、図6のように光学LPF8Bとは別途に新たに設けるようにしてもよいが、例えば、赤外線吸収ガラス8b、または、保護ガラス6や防塵フィルタ21の厚みを厚み $t_{i1}$ だけ増やすことによっても同等の効果が得られる。

#### 【0119】

一方、第2のカメラボディ11Bの撮像素子5Bの画素ピッチ $\delta 1$ が基準画像ピッチ $\delta 0$ の $7\mu\text{m}$ より大である場合、すなわち、撮像素子5Bの画素数が撮像素子5Aの画素数より少ない場合には、光学LPFの厚みをさらには増やさないために光学LPF8BとしてLN素子を適用する。このLN素子の厚み $t_{s1}$ は、上記画素ピッチが大きくなったことに対応してその複屈折特性から図10に示されるように極めて薄くなる。但し、その厚みは、 $0.1\text{mm}$ 以上となるので製作可能である。そして、LN素子からなる光学LPF8Bの薄くなった分の厚み $t_{i1}$ をもつガラス板の補償光学素子9を光学LPF8Bに接着付加する(但し、上記補償光学素子9の厚み $t_{i1}$ は、厳密には、LN素子と水晶との屈折率の違いを考慮して決定する必要がある)。これによって撮像素子5Aと同一位置にある撮像素子5Bの光電変換面5Ba(図1(B))上に被写体光束を正しく結像させることができる。なお、第1のカメラボディ11Aの光学LPF8Aの厚みは、第2のカメラボディ11B等の他の非基準のカメラボディに組み込まれる光学LPFに対してもっとも厚みが厚いものとなる。

#### 【0120】

上述したように本実施形態のデジタルカメラシステムによれば、基準撮像素子

5 Aを内蔵する基準カメラボディである第1のカメラボディ11 Aと、画素ピッチの異なる撮像素子5 Bを内蔵する第2のカメラボディ11 Bとには、同一仕様の交換レンズ鏡筒12を装着した場合に被写体光束がそれぞれの画素ピッチに対応して複屈折されるべく、厚みの異なる光学LPF 8 A、または、8 Bが適用される（光学LPF 8 Bの方が薄い）。この厚みが減じたことによる結像位置のずれを補償するために第2のカメラボディ側には、補償光学素子9を挿入する。補償光学素子9の挿入により撮像素子5 Bの光電変換面上にも被写体光束を像面湾曲収差の状態で正しく結像させることができる。

#### 【0121】

また、第2のカメラボディ11 B側の補償光学素子9は、光学LPF 8 Bが薄くなった分の厚みを有することから第1のカメラボディ11 Aの撮像ユニット15 Aと第2のカメラボディ11 Bの撮像ユニット15 Bとのカメラボディ内での占有スペースが変わらない。したがって、第1、第2のカメラボディの構造の共通化が容易となる。

#### 【0122】

次に、本発明の第2の実施形態のデジタルカメラシステムについて図7、8を用いて説明する。

図7は、本実施形態のデジタルカメラシステムを構成する第1のカメラボディにおける撮像ユニット15 Cの拡大縦断面図である。図8は、本デジタルカメラシステムを構成する第2のカメラボディにおける撮像ユニット15 Dの拡大縦断面図である。

#### 【0123】

本実施形態のデジタルカメラシステムも第1実施形態と同様に複数の交換レンズである図2の交換レンズ鏡筒12と基準カメラボディである第1のカメラボディ11 Cとからなるデジタルカメラと、交換レンズ鏡筒12と非基準カメラボディである第2のカメラボディ11 Dとからなるデジタルカメラとを含んでなり、交換レンズ鏡筒12は、同一の仕様のものが上記第1のカメラボディ11 C、または、第2のカメラボディ11 Dに着脱可能とする。

#### 【0124】

第1のカメラボディ11Cは、第1のカメラボディ11Aに対して内蔵される撮像ユニット15Aの光学LPF8A以外は、同様の構成を有している。また、第2のカメラボディ11Dは、第2のカメラボディ11Bに対して内蔵される撮像ユニット15Bの光学LPF8Bおよび補償光学素子9以外は、同様の構成を有している。従って、同一の構成部材には、同じ符号を付して、以下、異なる部分についてのみ説明する。

#### 【0125】

第1のカメラボディ11Cの撮像ユニット15Cは、基準画素ピッチ $\delta 0$ （略7 $\mu\text{m}$ ）を有する撮像素子5Aを内蔵しており、その前面側に光学LPF8Cと、赤外カットフィルタ（赤外線吸収ガラス）8Dとが配置されている。

#### 【0126】

光学LPF8Cは、上述した光学LPF8Aと同様に複屈折特性を有する水晶板からなり、その厚み $t_{s2}$ は、モアレ発生を防止するために撮像素子5Aの基準画素ピッチ $\delta 0$ に対応した厚みに設定される（図10）。この光学LPF8Cは、第2のカメラボディ11D等の他の非基準のカメラボディに組み込まれる光学LPFに対してもっとも厚みが厚いものとなる。

#### 【0127】

赤外カットフィルタ8Dは、水晶と同一の屈折率を有するが複屈折特性を有しておらず、赤外線を吸収するに十分な厚み $t_{i2}$ に設定されている。

#### 【0128】

装着された交換レンズ鏡筒12を介して取り込まれた被写体光束は、防塵ガラス21、赤外カットフィルタ8D、光学LPF8C、保護ガラス6を透過して撮像素子5Aの光電変換面5Aa（図1（A））上に結像するが、その光電変換面5Aaは、光学LPF8C等の屈折率による実効光路長の変化分を考慮し、像面湾曲収差の生じない位置に位置決めされている。

#### 【0129】

一方、第2のカメラボディ11Dの撮像ユニット15Dは、基準画素ピッチ $\delta 0$ と異なる画素ピッチ $\delta 1$ を有する撮像素子5Bを内蔵しており、その前面側に光学LPF8Eと補償光学系を兼ねる赤外カットフィルタ（赤外線吸収ガラス）

8 F とが配置されている。なお、撮像素子 5 B の光電変換面 5 B a は、撮像素子 5 A の光電変換面 5 A a と同一位置にある。

#### 【0130】

光学 L P F 8 E は、上述した光学 L P F 8 C と同様に複屈折特性を有しており、水晶板、または、L N 素子からなるが、その厚み  $t_{s3}$  は、モアレ発生を防止するために撮像素子 5 B の画素ピッチ  $\delta 1$  に対応し、厚み  $t_{s2}$  より薄い厚みに設定される。

#### 【0131】

赤外カットフィルタ 8 D は、水晶と同一の屈折率を有するが複屈折特性を有しておらず、赤外線を吸収するに十分で、かつ、光学 L P F 8 E の厚み減少分を補償する厚み  $t_{i3}$  に設定されている。すなわち、光学 L P F 8 E が光学 L P F 8 C より薄くなった寸法分だけ赤外カットフィルタ 8 D の厚みを増やしており、赤外カットフィルタ 8 F と光学 L P F 8 E との厚みの和  $t_{i3} + t_{s3}$  が赤外カットフィルタ 8 D と光学 L P F 8 C との厚みの和  $t_{i2} + t_{s2}$  と略等しくなるように設定されている。従って、交換レンズ鏡筒 1 2 を介して取り込まれた被写体光束は、この第 2 のカメラボディ 1 1 D においても防塵ガラス 2 1、赤外カットフィルタ 8 F、光学 L P F 8 E、保護ガラス 6 を透過して撮像素子 5 B の光電変換面 5 B a (図 1 (B)) 上に像面湾曲収差の生じない状態で結像する。

#### 【0132】

いま、第 2 のカメラボディ 1 1 D に適用される撮像素子 5 B の画素ピッチ  $\delta 1$  が基準画素ピッチ  $\delta 0$  より小さい場合は、第 1 の実施形態の場合と同様に光学 L P F 8 E の厚み  $t_{s3}$  は薄くなり、赤外カットフィルタ 8 F の厚み  $t_{i3}$  は、その分厚くなる。また、第 2 のカメラボディ 1 1 D に適用される撮像素子 5 B の画素ピッチ  $\delta 1$  が基準画素ピッチ  $\delta 0$  より大きい場合は、第 1 の実施形態の場合と同様に光学 L P F 8 E として厚みの薄い L N 素子を適用し、その厚み  $t_{s3}$  は、製作可能な範囲の薄さである (0.1 mm 以上)。赤外カットフィルタ 8 F の厚み  $t_{i3}$  は、その分、厚く設定される (但し、上記赤外カットフィルタ 8 F の厚み  $t_{i3}$  は、厳密には、L N 素子と水晶との屈折率の違いを考慮して決定する必要がある)。従って、赤外カットフィルタ 8 F と光学 L P F 8 E との厚みの和は略変わらず

、撮像ユニット 15 D の占有スペースも撮像ユニット 15 C と同一となる。なお、第 1 のカメラボディ 11 C の光学 L P F 8 C の厚みは、第 2 のカメラボディ 11 D 等の他の非基準のカメラボディに組み込まれる光学 L P F に対してもっとも厚みが厚いものとなる。

#### 【0133】

上述したように本実施形態のデジタルカメラシステムにおいても、第 1 の実施形態の場合と同様の効果を奏し、基準側第 1 のカメラボディ 11 C および非基準側の第 2 のカメラボディ 11 D に同一仕様の交換レンズ鏡筒 12 が着脱可能であり、双方の被写体光束を同一位置に配置される撮像素子の光電変換面上に像面湾曲収差のない状態で結像させることができる。

#### 【0134】

また、本実施形態においても撮像ユニット 15 C、15 D のカメラボディ内の専有スペースが変わらず、従って、第 1 のカメラボディ 11 C および第 2 のカメラボディ 11 D における他の構成部材を同様の状態で配置することが可能になる。

#### 【0135】

##### 【発明の効果】

本発明によれば、レンズ交換式のデジタルカメラシステムにおいて、同一仕様の交換レンズが画素ピッチの異なる撮像素子を搭載した別のカメラボディに装着可能であり、それぞれデジタルカメラで像面湾曲収差の無い画像を撮像することが可能になる。さらに、撮像素子周りの配置に関しても別々のカメラボディ間で同一配置を採用できる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本発明の第 1 の実施形態のデジタルカメラシステムを構成するカメラボディおよび交換レンズの組み合わせと内蔵される光学部材、撮像素子の配置を示す図であって、図 1 (A) は、基準カメラボディと交換レンズとの組み合わせ状態を示し、図 1 (B) は、非基準カメラボディと交換レンズとの組み合わせ状態を示している。

**【図 2】**

図 1 に示す本実施形態のデジタルカメラにおけるカメラボディに交換レンズ鏡筒を装着した状態の内部構造を示す斜視図（一部破断面で示す）である。

**【図 3】**

図 1 に示す本実施形態のデジタルカメラの撮像ユニットまわりの内部構造を示す斜視図（一部破断面で示す）である。

**【図 4】**

図 1 のデジタルカメラのうちの第 1 のカメラボディに適用される撮像ユニットの光学系の詳細を示す模式図である。

**【図 5】**

図 1 のデジタルカメラのうちの第 1 のカメラボディに適用される撮像ユニットの拡大縦断面図である。

**【図 6】**

図 1 のデジタルカメラのうちの第 2 のカメラボディに適用される撮像ユニットの拡大縦断面図である。

**【図 7】**

本発明の第 2 の実施形態のデジタルカメラシステムにおける第 1 のカメラボディに適用される撮像ユニットの拡大縦断面図である。

**【図 8】**

上記本発明の第 2 の実施形態のデジタルカメラシステムにおける第 2 のカメラボディに適用される撮像ユニットの拡大縦断面図である。

**【図 9】**

従来の撮像光学系において撮像素子の前面に配置される光学フィルタの有無による結像位置の変化の状態を示す光路図である。

**【図 10】**

従来の撮像素子の画素ピッチ、または、撮像素子の画素数とそれに適応する光学 LPF（水晶と LN 素子の場合）の厚みの関係を示す線図である。

**【符号の説明】**

1, 2…デジタルカメラ

3 …カメラ側マウント部

(交換レンズ装着用マウント部)

4 …レンズ側マウント部

5 A…第 1 の撮像素子

5 B…第 2 の撮像素子

8 A, 8 C

…光学 L P F

(第 1 の光学ローパスフィルタ)

8 B, 8 E

…光学 L P F

(第 2 の光学ローパスフィルタ)

9, 8 F

…補償光学素子 (補償光学系)

1 1 A, 1 1 C

…第 1 のカメラボディ

(基準カメラボディ)

1 1 B, 1 1 D

…第 2 のカメラボディ

(カメラボディ)

1 2 …交換レンズ鏡筒 (交換レンズ)

δ 0 …標準画素ピッチ

(第 1 の画素ピッチ)

δ 1 …標準画素ピッチと異なる画素ピッチ

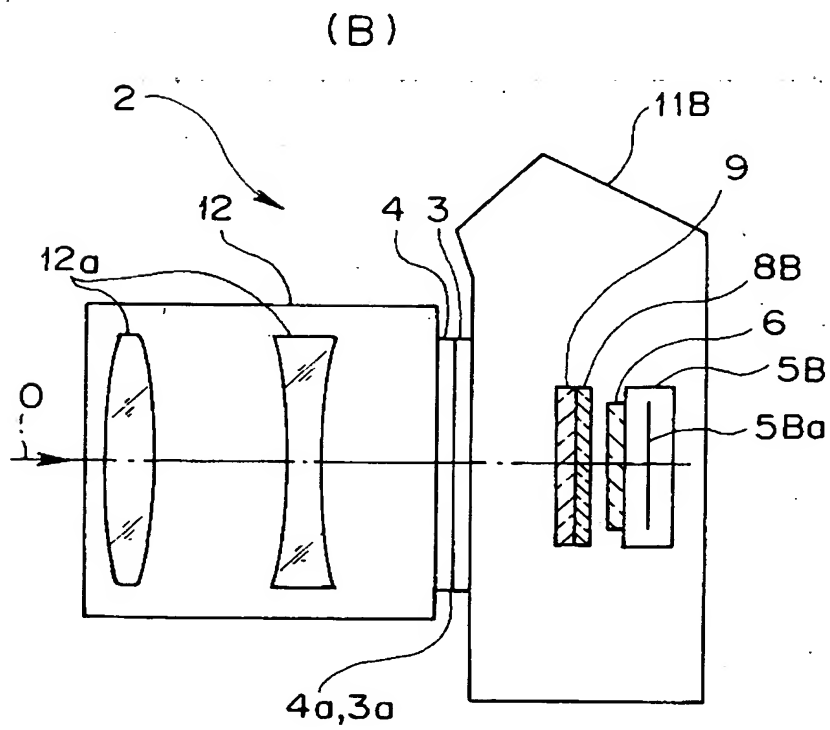
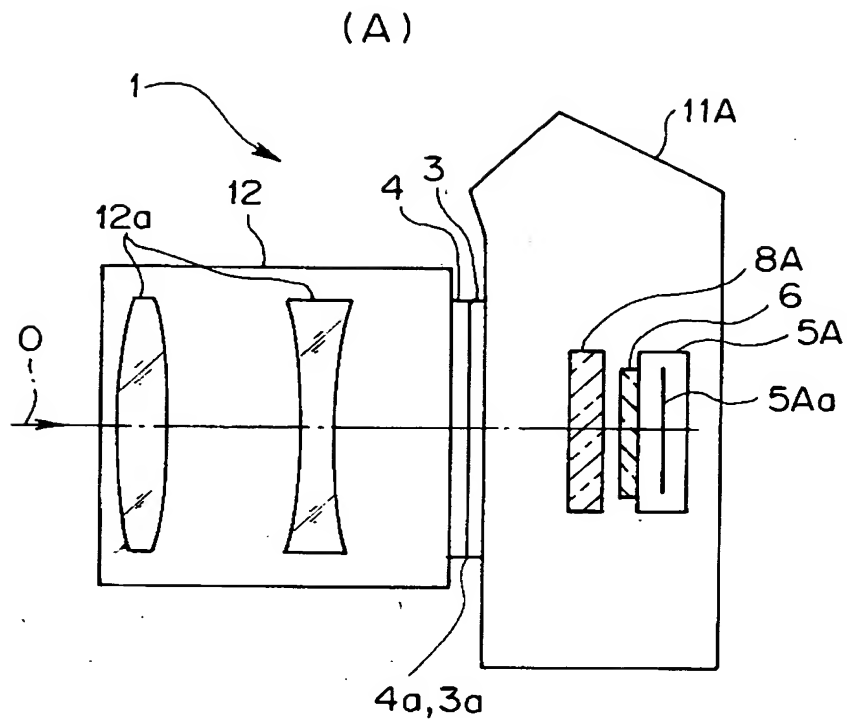
(第 2 の画素ピッチ)

代理人 弁理士 伊 藤 進

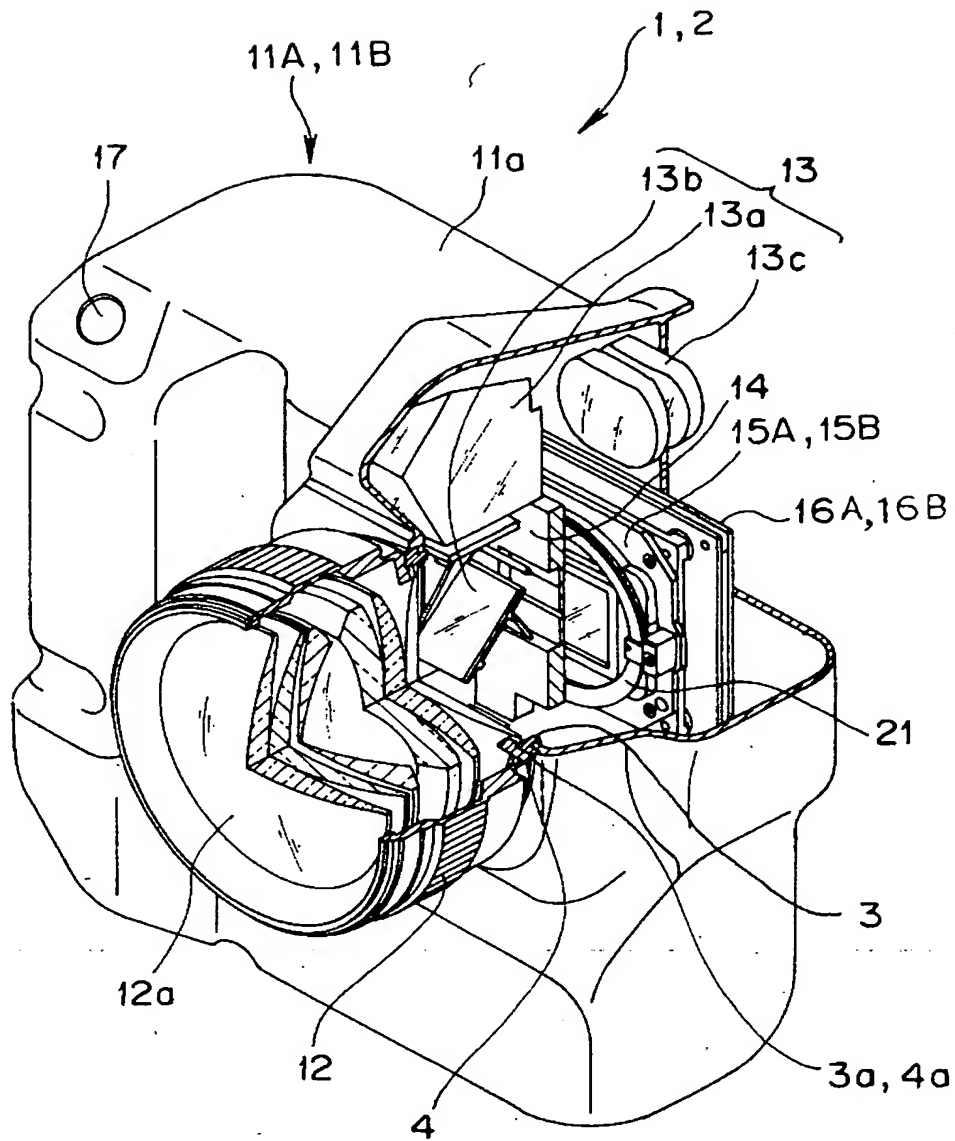


【書類名】 図面

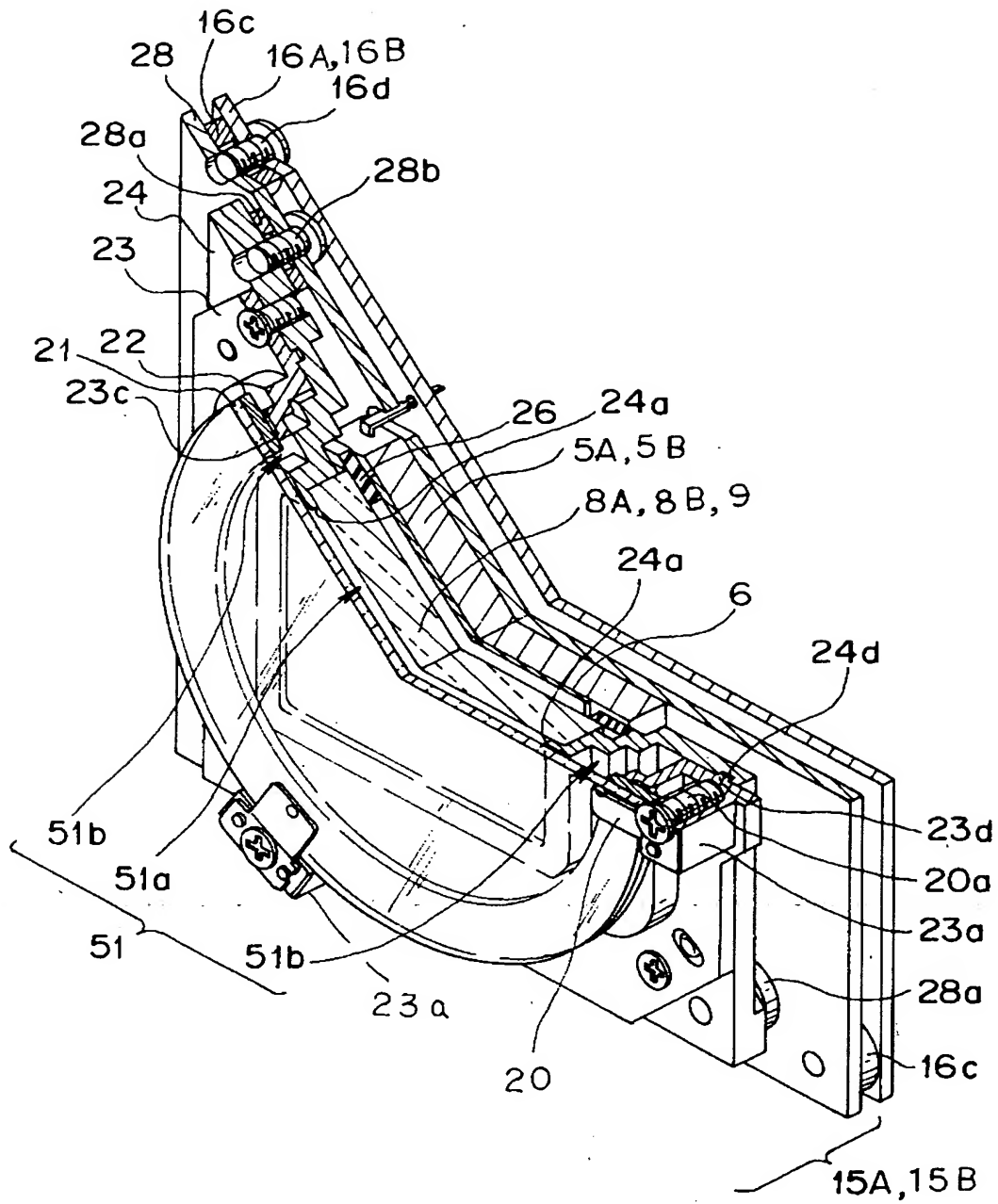
【図 1】



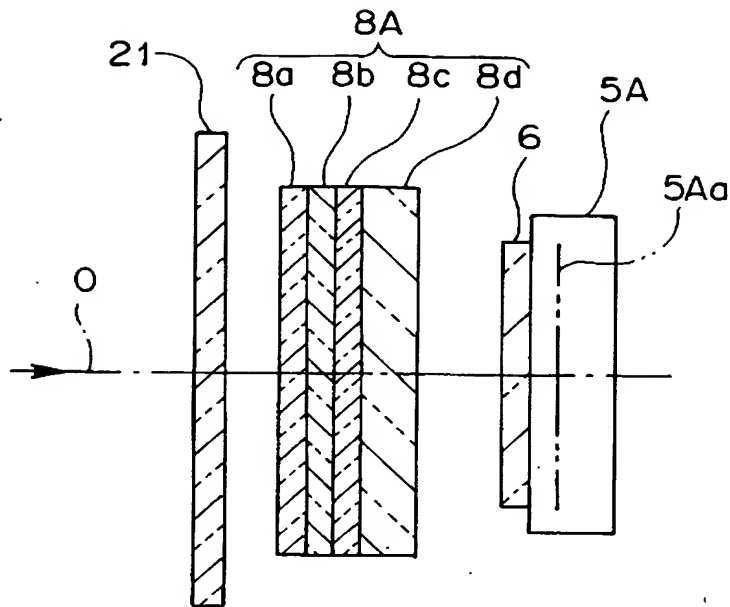
【圖 2】



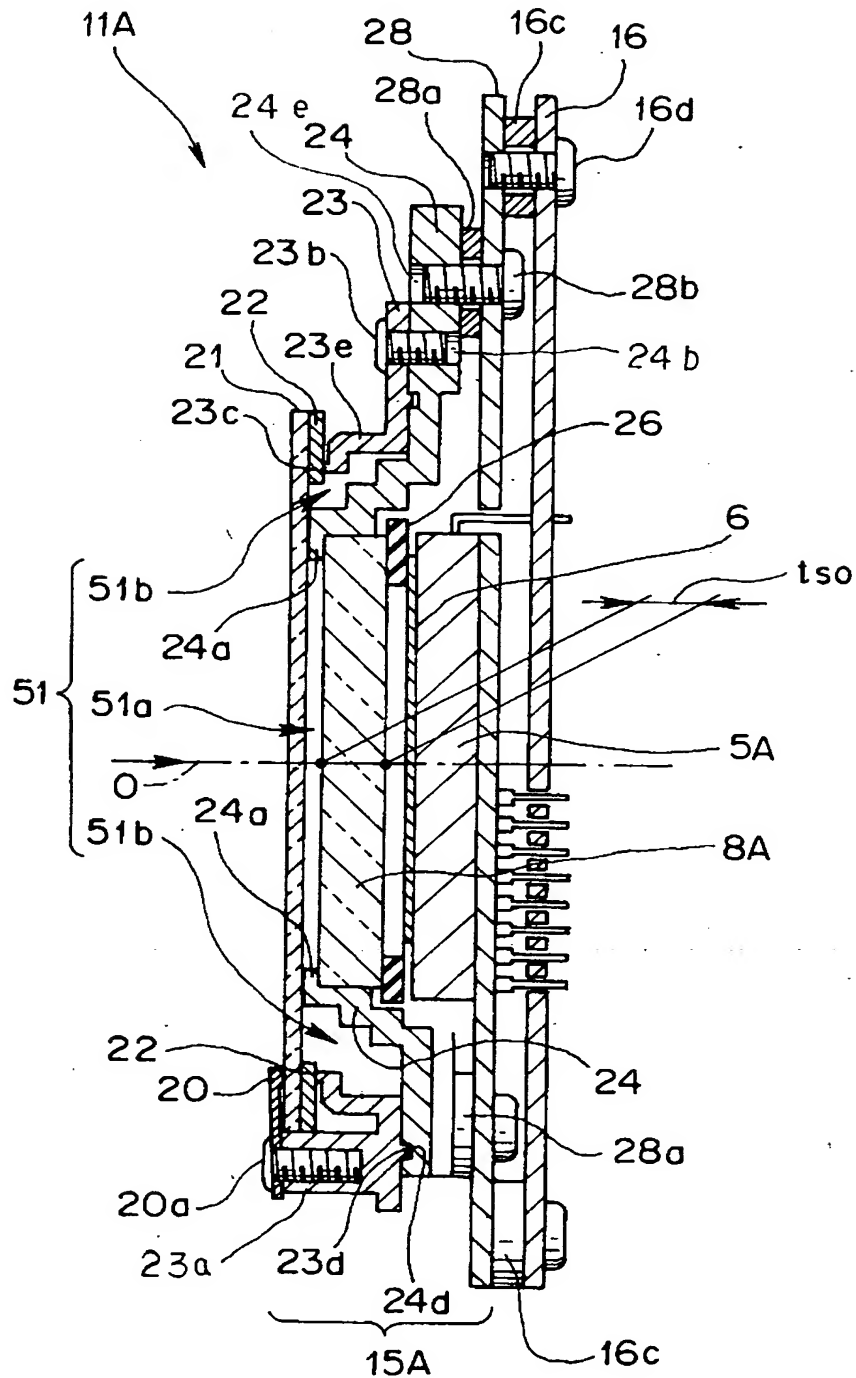
【図 3】



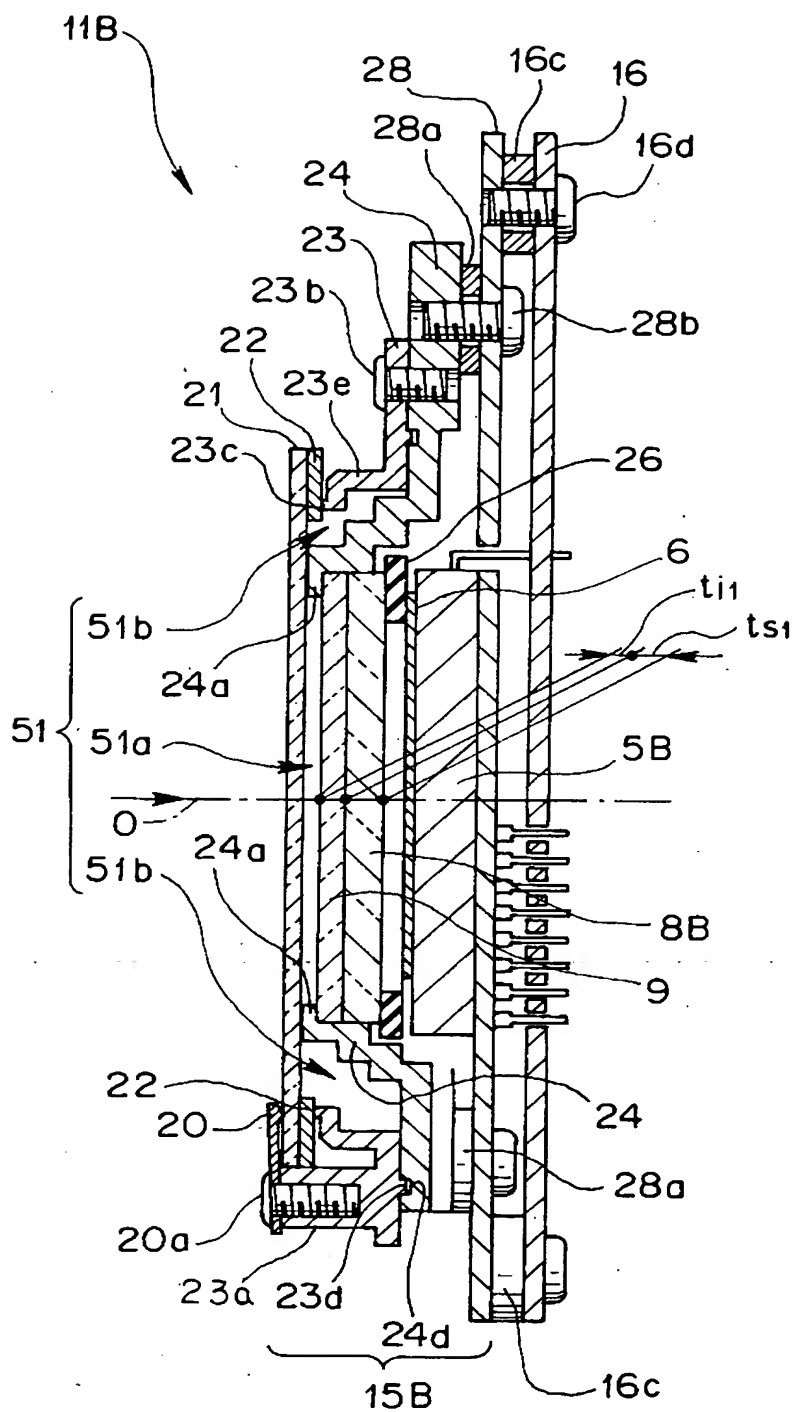
【図 4】



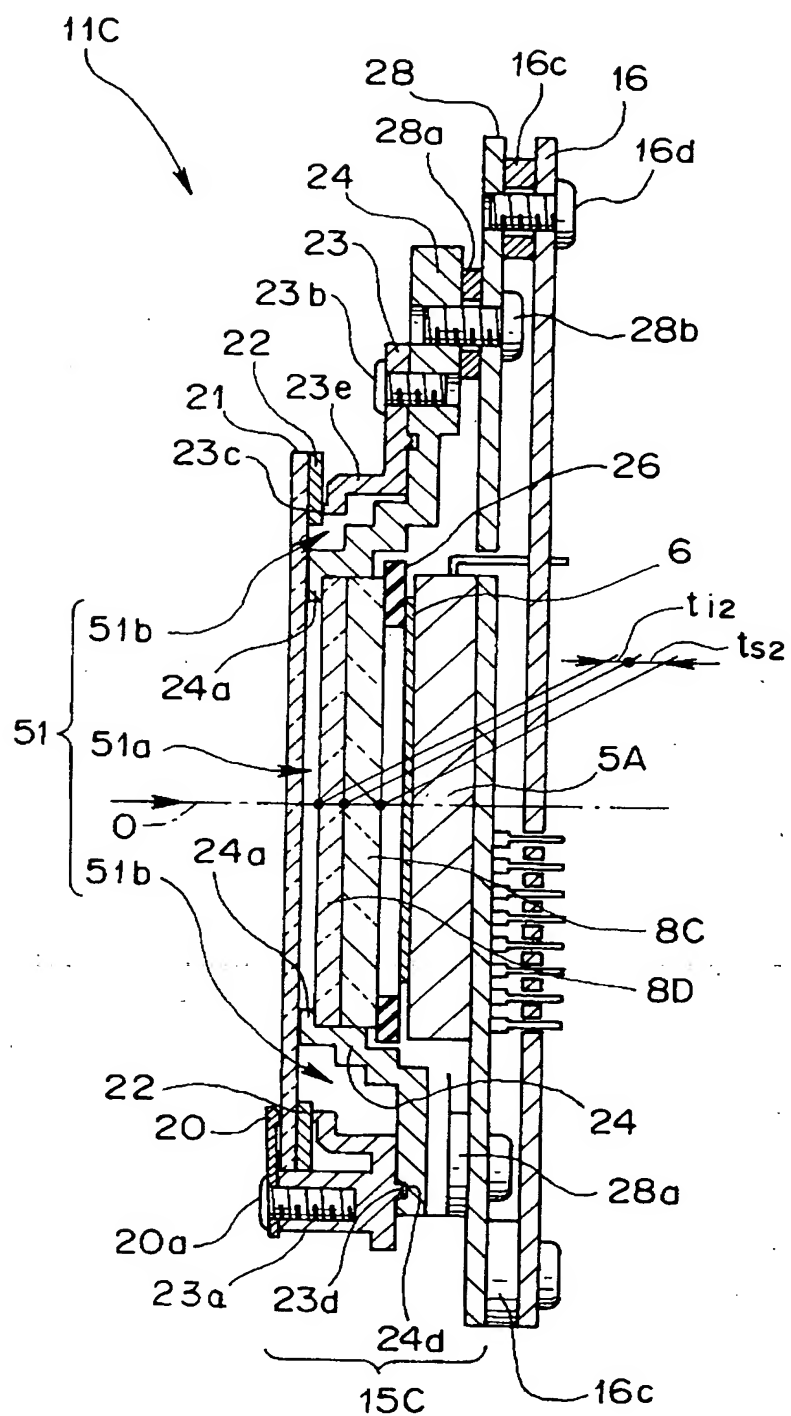
【図 5】



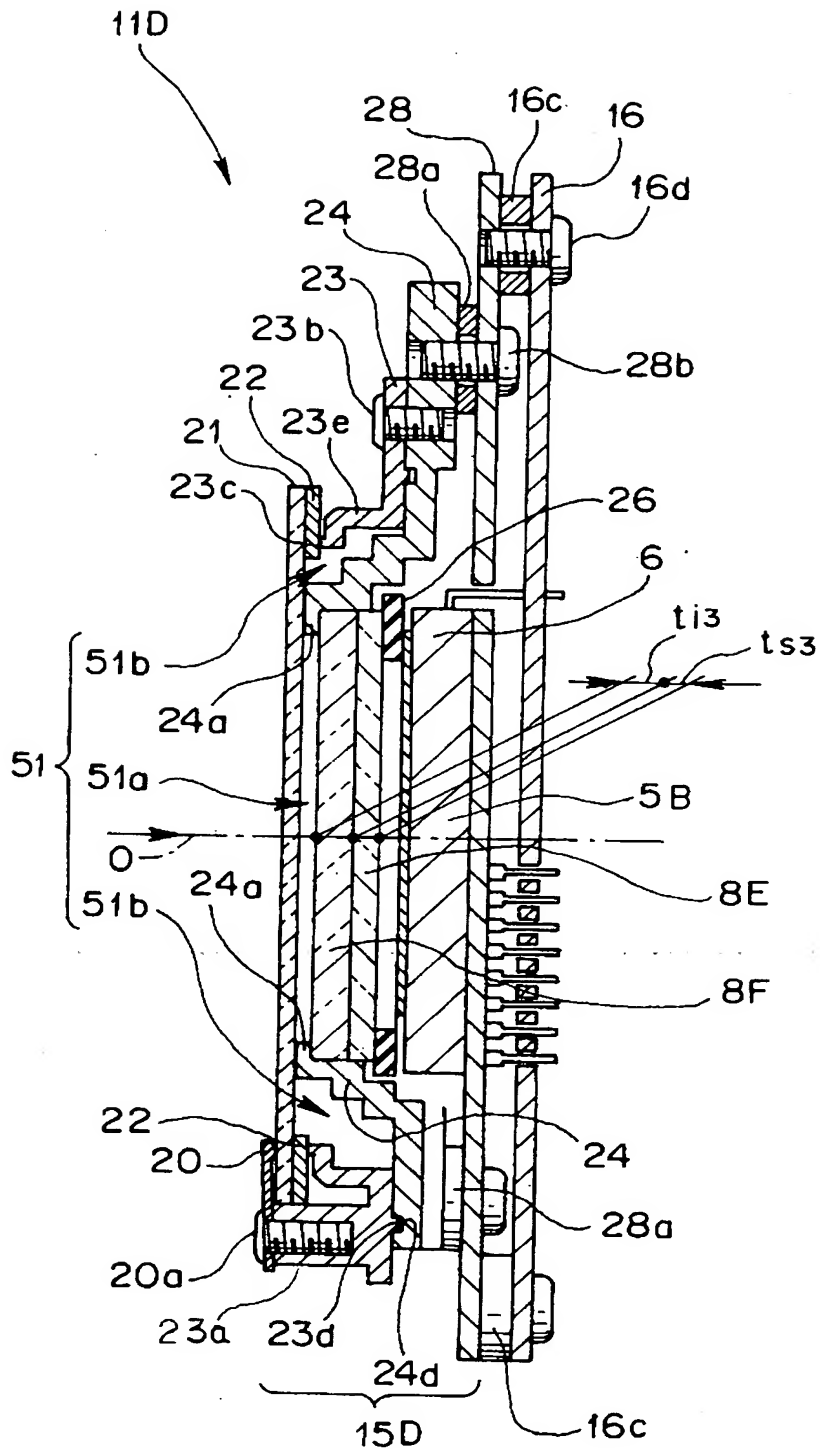
【図 6】



【圖 7】

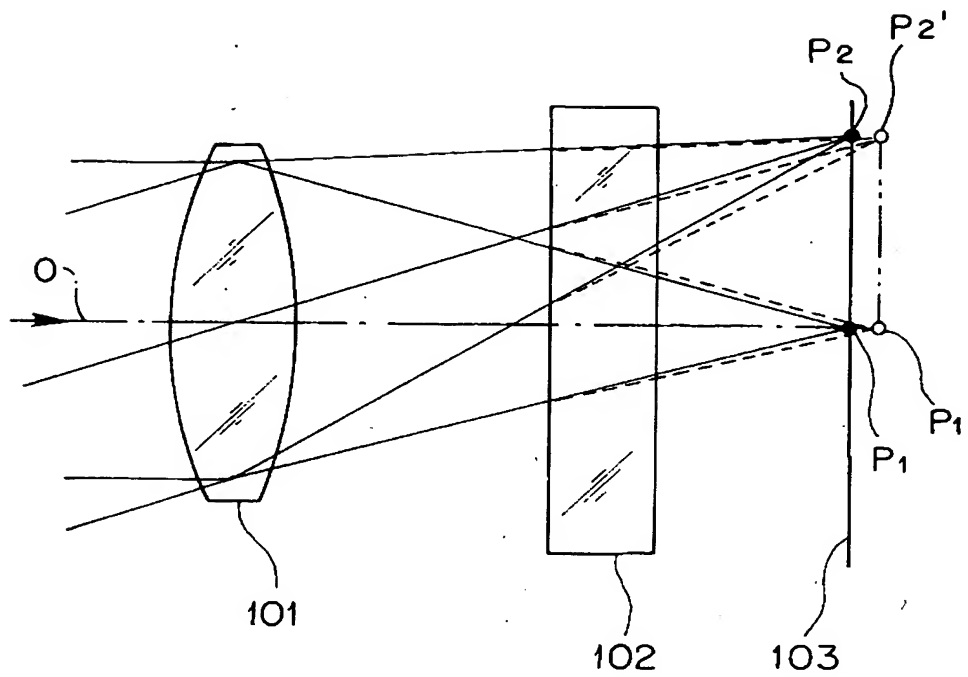


【図 8】

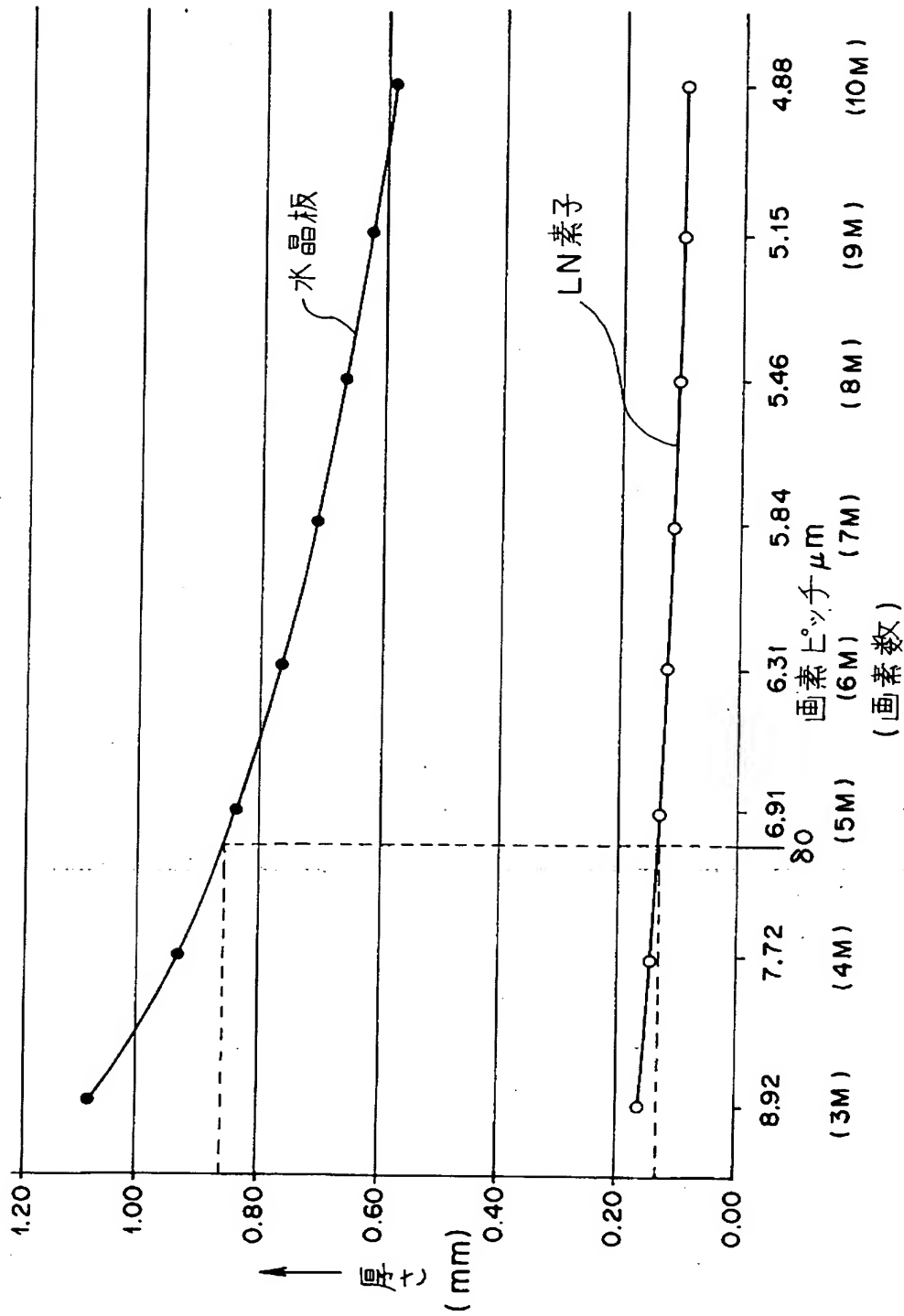




【図 9】



【図10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】画素ピッチの異なるカメラボディ間で像面湾曲収差を生じることなく交換レンズを交換可能であるデジタルカメラシステムを提供すること。

【解決手段】このデジタルカメラシステムは、同一仕様の複数の交換レンズ鏡筒 12、および、その交換レンズ鏡筒 12 が装着可能なカメラボディ 11A、または、カメラボディ 11B とからなるデジタルカメラ 1 と、デジタルカメラ 2 とからなり、カメラボディ 11A には、基準画素ピッチを持つ撮像素子 5A と光学 L P F (ローパスフィルタ) 8A が内蔵されている。カメラボディ 11B には、基準画素ピッチと異なる画素ピッチを持つ撮像素子 5B と光学 L P F 8B、補償光学素子 9 が内蔵されている。補償光学素子 9 は、光学 L P F 8B が光学 L P F 8A に対して薄くなったことによる光路長変化分を補償するための複屈折特性を持たないガラス板で形成される。

【選択図】 図 1

特願 2003-135005

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000000376]

1. 変更年月日

1990年 8月20日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

氏 名

オリンパス光学工業株式会社